

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表平8-511697

(43) 公表日 平成8年(1996)12月10日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I
A 6 1 F 2/16		7636-4C	A 6 1 F 2/16
9/00	5 8 0	7108-4C	9/00 5 8 0

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 47 頁)

(21) 出願番号 特願平6-525468
 (86) (22) 出願日 平成6年(1994)4月28日
 (85) 翻訳文提出日 平成7年(1995)11月6日
 (86) 国際出願番号 P C T / U S 9 4 / 0 4 6 5 6
 (87) 国際公開番号 W O 9 4 / 2 6 2 0 9
 (87) 国際公開日 平成6年(1994)11月24日
 (31) 優先権主張番号 0 8 / 0 5 6 , 6 7 2
 (32) 優先日 1993年5月3日
 (33) 優先権主張国 米国 (U S)
 (31) 優先権主張番号 0 8 / 2 3 0 , 5 0 4
 (32) 優先日 1994年4月20日
 (33) 優先権主張国 米国 (U S)

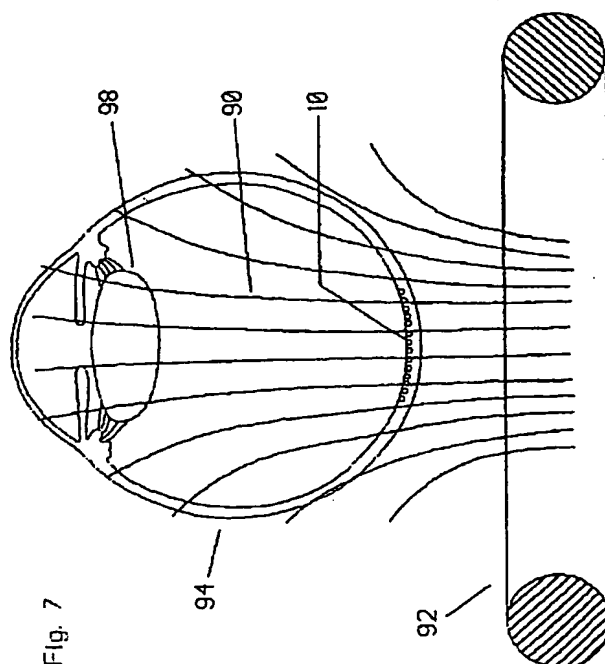
(71) 出願人 チョー アレン ワイ
 アメリカ合衆国 イリノイ州 60187 ウ
 イートン パロミノ プレイス 191
 (72) 発明者 チョー アレン ワイ
 アメリカ合衆国 イリノイ州 60187 ウ
 イートン パロミノ プレイス 191
 (74) 代理人 弁理士 中村 稔 (外6名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 独立した光電性の人工網膜素子と製作法

(57) 【要約】

半透明面電極を有する微小フォトダイオード素子 (10) が、液体またはほかの適切なビヒクルと組み合わせられ、入射光を網膜の並び置かれている細胞層を刺激する電流へ変換するために、網膜下の間隙へ注入される。この素子は、微小立方体、微小円柱、またはほかの形状でもよい。中心ずれて埋め込まれた強磁性層が、磁気感受性を素子へ与え、印加された磁界は素子を網膜下の間隙内に整列させ、その光活性面を入射光へ指向させる。あるいは、素子は、網膜下の間隙へ移植される前に、榮養素と酸素とに浸透性の透明な弾性シート (122) へ埋め込まれ、事前に整列される。シートは溶解し、分離した素子を配列されたパターンで残す。素子は、P-I-Nタイプ、N-I-Pタイプ、または両方の組み合わせであってもよい。電気コンデンサ層 (146) を素子へ組み込むことが出来、これにより、光へ露出している間電荷を蓄電し、暗い状態で電荷を放電して、逆極性の電流を発生する。



【特許請求の範囲】

1. 眼に形成される視覚を人工的に生成する方法において、複数の分離した微小光電素子を眼の網膜下間隙へ挿入する段階を含んでいることを特徴とする前記方法。
2. 請求の範囲第1項に記載の方法において、前記複数の分離した微小光電素子が分離したマイクロフォトダイオードを含んでいることを特徴とする前記方法。
3. 請求の範囲第2項に記載の方法において、前記複数の分離したマイクロフォトダイオードがP-i-N半導体を含んでいることを特徴とする前記方法。
4. 請求の範囲第2項に記載の方法において、前記複数の分離したマイクロフォトダイオードがN-i-P半導体を含んでいることを特徴とする前記方法。
5. 請求の範囲第3項に記載の方法において、少なくとも数個の前記マイクロフォトダイオードが明暗の像で形成された視覚を可能にする静電容量性蓄電要素を含んでいることを特徴とする前記方法。
6. 請求の範囲第4項に記載の方法において、少なくとも数個の前記マイクロフォトダイオードが明暗の像から成る形成された視覚を可能にする静電容量性蓄電要素を含んでいることを特徴とする前記方法。
7. 請求の範囲第2項に記載の方法において、さらに、複数のマイクロフォトダイオードを液体内に懸濁し、その懸濁液を網膜下の間隙へ注入する段階を含んでいることを特徴とする前記方法。
8. 請求の範囲第7項に記載の方法において、複数のマイクロフォトダイオードを網膜下の間隙へ移植するためにカニューレにより硝子体空洞へ挿入されることを特徴とする前記方法。
9. 請求の範囲第8項に記載の方法において、複数のマイクロフォトダイオードが平坦な切開部の形成により硝子体空洞へ挿入されることを特徴とする前記方法。
10. 請求の範囲第9項に記載の方法において、硝子体の後部が解剖されて、硝子体の後面を網膜面から分離し、切開が網膜を通り、網膜下の間隙へ行われることを特徴とする前記方法。
11. 請求の範囲第10項に記載の方法において、網膜下の間隙が神経繊維層の方

向に沿った小さい網膜切開により開けられ、外網膜から内網膜の解剖が続くことを特徴とする前記方法。

12. 請求の範囲第7項に記載の方法において、液体が平衡した塩水溶液を含んでいることを特徴とする前記方法。

13. 請求の範囲第7項に記載の方法において、液体が粘性剤を含んでいることを特徴とする前記方法。

14. 請求の範囲第13項に記載の方法において、粘性剤がメチルセルロースを含んでいることを特徴とする前記方法。

15. 請求の範囲第7項に記載の方法において、さらに、懸濁液が網膜を鎮静するために注入された後、水と非混和性の液体が硝子体空洞の後極へ射出し、次に、網膜が鎮静した後、非混和性液体を取り出す段階を含んでいることを特徴とする前記方法。

16. 請求の範囲第15項に記載の方法において、非混和性液体がパーフルオロカーボンを含んでいることを特徴とする前記方法。

17. 請求の範囲第15項に記載の方法において、非混和性液体が射出された後、非混和性液体が適切な時間に取り出されることを特徴とする前記方法。

18. 請求の範囲第2項に記載の方法において、さらに、眼に入射した光を受けるように、マイクロフォトダイオードを整列する段階を含んでいることを特徴とする前記方法。

19. 請求の範囲第18項に記載の方法において、マイクロフォトダイオードが磁界により整列されることを特徴とする前記方法。

20. 複数の分離した光電素子を含んでいる光動作する人工の網膜下移植素子において、各光電素子が光活性面と、光電素子に位置する対応する第一電極と、第一電極から間隔を置いて光電素子に位置する第二電極とを含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

21. 請求の範囲第20項に記載の人工網膜移植素子において、複数の分離した光電素子が分離した独立面電極マイクロフォトダイオードを含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

22. 請求の範囲第21項に記載の人工網膜移植素子において、対面する入射光が

眼の神経繊維層と内網状層とを通った後、前記入射光がマイクロフォトダイオードの前面に衝撃を与えることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

23. 請求の範囲第21項に記載の人工網膜移植素子において、マイクロフォトダイオードが眼の並び置かれた光受容体、双極細胞、水平細胞、無軸索細胞、および神経細胞層の分離した電氣的刺激を生成することを特徴とする前記人工網膜移植素子。

24. 請求の範囲第21項に記載の人工網膜移植素子において、独立した面電極マイクロフォトダイオードがP-i-N半導体を含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

25. 請求の範囲第21項に記載の人工網膜移植素子において、独立した面電極マイクロフォトダイオードがN-i-P半導体を含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

26. 請求の範囲第21項に記載の人工網膜移植素子において、前記第一電極が半透明であることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

27. 請求の範囲第21項に記載の人工網膜移植素子において、前記第一電極が電流を伝導し、その中を光を通過せしめ、前記電極の透明性が電極の厚さと材料の制御により変化することが出来ることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

28. 請求の範囲第21項に記載の人工網膜移植素子において、第一電極が多結晶シリコン、金、クローム、イリジウム、アルミニウム、および白金から構成している群から組み立てられていることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

29. 請求の範囲第21項に記載の人工網膜移植素子において、前記第一電極がマイクロフォトダイオードの光活性面の一部を覆っていることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

30. 請求の範囲第21項に記載の人工網膜移植素子において、マイクロフォトダイオード多様な大きさと形状とを含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

31. 請求の範囲第21項に記載の人工網膜移植素子において、マイクロフォトダイオードがほぼ球形を含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

32. 請求の範囲第21項に記載の人工網膜移植素子において、マイクロフォトダ

イオードが円柱形または棒状の形状を含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

33. 請求の範囲第21項に記載の人工網膜移植素子において、各マイクロフォトダイオードの磁化率が素子に衝撃を与える光により変わることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

34. 請求の範囲第21項に記載の人工網膜移植素子において、さらに、磁気感受性層を含んでおり、前記磁気感受性層が外部磁界を受けて網膜下の間隙内のマイクロフォトダイオードの整列を容易にし、かつ、バリウム、タングステン、コバルト、ニッケル、ニッケル合金、鉄、鉄合金、サマリウム、または磁気感受性セラミックから構成している群からの物質を含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

35. 請求の範囲第21項に記載の人工網膜移植素子において、独立した複数のマイクロフォトダイオードが、網膜の開口を通る射出または直接配置による網膜下の間隙への移植する媒質内に懸濁されていることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

36. 請求の範囲第35項に記載の人工網膜移植素子において、前記媒質が液体を含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

37. 請求の範囲第35項に記載の人工網膜移植素子において、前記媒質が粘性材を含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

38. 請求の範囲第21項に記載の人工網膜移植素子において、さらに、酸素と栄養素とを浸透する素材のシートを含んでおり、個々のマイクロフォトダイオードが配置され、入射光に対し事前に整列されていることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

39. 請求の範囲第38項に記載の人工網膜移植素子において、酸素と栄養素とを浸透する素材のシートが不溶性材を含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

40. 請求の範囲第39項に記載の人工網膜移植素子において、不溶性材がポリ(2-メタクリル酸ヒドロキシエチル)の親水性ポリマーを含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

41. 請求の範囲第38項に記載の人工網膜移植素子において、酸素と栄養素とを浸透する素材のシートが不溶性材を含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。
42. 請求の範囲第41項に記載の人工網膜移植素子において、前記不溶性材が寒天を含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。
43. 請求の範囲第41項に記載の人工網膜移植素子において、前記不溶性材がコラーゲンを含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。
44. 請求の範囲第21項に記載の人工網膜移植素子において、独立したマイクロフォトダイオードが不活性物質で製作された網状組織内に埋め込まれていることを特徴とする前記人工網膜移植素子。
45. 請求の範囲第44項に記載の人工網膜移植素子において、前記網状組織がナイロンを含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。
46. 請求の範囲第44項に記載の人工網膜移植素子において、前記網状組織がポリビレンを含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。
47. 請求の範囲第21項に記載の人工網膜移植素子において、さらに、明暗の像で形成された視覚を可能とする静電容量的蓄電要素を含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。
48. 人工視覚を生成する外科技術において、
眼へ平坦な切開部を形成し、
網膜の後部分離を行い、
網膜への網膜開口を形成し、
網膜を解剖分離し、
個々の殺菌されたマイクロフォトダイオードを適切なビヒクルに懸濁し、
個々の殺菌されたマイクロフォトダイオードを網膜下の間隙へ注入する段階を含んでいることを特徴とする前記外科技術。
49. 人工視覚を生成する外科技術において、
眼へ平坦な切開部を形成し、
網膜の後部分離を行い、
網膜への網膜開口を形成し、

網膜を解剖分離し、

個々の殺菌されたマイクロフォトダイオードを酸素と栄養素とを浸透する素材のシートに埋め込み、前記マイクロフォトダイオードが含浸した酸素と栄養素との浸透材を網膜下の間隙へ移植する段階を含んでいることを特徴とする前記外科技術。

【発明の詳細な説明】

独立した光電性の人工網膜素子と製作法

発明の背景

本発明は、何かの網膜疾患による視力低下または完全な盲目を矯正するために使用される医薬製品である。種々の網膜疾患は、脈絡膜と脈絡毛細血管とから成る眼の血管膜と、ブルック基底層と網膜色素上皮とから成る外網状層との傷害による視力低下または盲目となる。これらの層の損傷により、光受容体層で始まる内網膜の外側部分が退化する。外顆粒層、外網状層、内顆粒層、内網状層、神経細胞層、および神経繊維層から構成している残りの内網膜が、色々な形で使用されなくなる。

網膜の各部分を刺激することにより視覚を生成しようとする努力が、これまで報告されてきた、この様な試みの一つに、光活性面とその反応側の電極面を有する外力により作動する光感知素子がある。この素子は、神経繊維層を硝子体からこの素子に直接に置くことにより理論的に刺激している。複合周波数変調の神経繊維層の神経信号を2倍することによるので、この素子が成功することは、ないであろう。さらに、神経細胞層は、網膜の各部分から重なり合った繊維の多数の素子と共にほぼ放射状に通っている。視覚を生成するために刺激する神経繊維を適切に選択することは、不可能でないにしても、非常に難しい。

ほかの従来の素子に、セレンウムなどの光感知材が被覆された支持基板から成る素子がある。この素子は、神経細胞後極に行われた外部強膜に挿入されるように設計されている。光により、電位がイオンを生成する光感知面に発生し、次に、イオンが網膜へ理論的に移動して、刺激を行う。しかし、電荷の方向性のある流れを拘束する分離した表面構造がなく、電荷の側方への移動と拡散が起こり、これにより、すべての解像能力を妨げる。この素子を強膜と脈絡膜との間に置くと、分離したイオンが光受容体と内網膜層とへ移動することも阻止する。これは、脈絡膜、脈絡毛細血管、ブルック基底層、および網膜色素上皮が存在して、これらがすべて、イオンの通過を遮断するためである。脈絡膜と網膜との間に素子を置くことは、さらに、ブルック基底層と網膜色素上皮とを、分離イオン移動の途

中に挿入することになる。この素子は後極の非常に伸びた脈絡膜の中か、またはそれを通して挿入されるので、脈絡膜下、網膜内、および眼窩内の出血が、神経細胞後極への血行の中断とともに発生する可能性がある。この種の素子の一つが製作され、患者の眼へ移植され、光を知覚するが、像は形成されないと、報告されている。

本発明者は、単一共通のシリコン結晶の基板へ付着された複数の面電極マイクロフォトダイオード (SEMCP) から成る網膜の後ろに配置された設計を報告した。これらのSEMCPは、半透明の電極面を通して光活性面へ進行する光を微電流に変換し、一面に並んだ周囲の内網膜を刺激する。SEMCPが配置された基板の固体の性質により、脈絡膜から内網膜への栄養素の遮断が発生する。共通の基板に各種幾何学的形状の開窓術を行っても、酸素と生物学的物質の浸透は最適ではない。

発明の要約

本発明の人工網膜素子は、複数の独立した面電極マイクロフォトダイオード (ISEMCP) から成っており、各ISEMCPは、共通の液体ビヒクルにより囲まれている。この人工網膜素子は、ISEMCPと周囲の共通液体ビヒクルとの組み合わせである。液体ビヒクル内のISEMCPは、完全密封の分離したP-i-PまたはN-i-P形半導体であり、大きさが一般に1000ミクロンより小さいそれ自身の基板を有する。一体として、ISEMCPと液体ビヒクルは、眼の網膜の下の間隙へ注入される。

複数のこのISEMCPが、神経細胞の後ろで、内網膜と外網膜との間の間隙へ挿入された場合、各ISEMCPは、入射光が前面の半透明電極面を通過した後その光活性面に当たると、振幅変調された電流を発生する。この電流は、ISEMCPの照度の強さにより直接に変化する。従って、ISEMCPは一面に並んだ内網膜層の小さい領域を減極および／または過分極する。この領域は、光受容体、二極細胞、および水平細胞である。正常な眼のこれらの細胞は、アナログ振幅変調電流を受け、また発生するように、外網膜が損傷した機能異常な眼に入ったISEMCPの同様な変調出力は、同じようにこれらの細胞を刺激する。

網膜下の間隙内のISEMCPの配列はランダムであり、この場合、入射光へ

指向した好適な配列の I S E M C P だけが電流を発生する。しかし、本発明の一つの実施態様では、配列は I S E M C P へ外部臨界を印加することにより方向付けされ、I S E M C P は、組み込まれた中心ずれの強磁性層を有する。あるいは、I S E M C P は、網膜下の間隙へ移植される半透明弾性体へ埋め込まれる。この弾性体は、流行のソフトコンタクトレンズへ使用される不溶性で親水性であり、栄養素浸透性の物質、例えば、ポリマー（2-メタクリル酸ヒドロキシエチル）から製作される；または、寒天またはコラーゲンなどの可溶性物質から製作される。ナイロンまたはポリプロピレンなどの不活性物質から作られた細かい網も、個々の I S E M C P を取り囲み、中間体のパターン配列を形成する。

ほかの実施態様では、各 I S E M C P は電気的コンデンサ層を有し、従って、この変形担体（以降、“I S E M C P - C”）は、明暗の反応方向の電流を発生し、網膜に明暗の視覚を誘起する。

図面の簡単な説明

図1は、その積層された微小構造を示す単一微小球体の見取り図である。

図2は、本発明の好適な I S E M C P の製作に使用されるシリコンウェーハの見取り図である。

図3は、I S E M C P の製作において図2のウェーハに付加された材料の見取り図である。

図4は、支持バルクセラミック円板から分離し、個別に研磨する前の複数の I S E M C P 微小球体の見取り図である。

図5は、I S E M C P の網膜下注入と移植に設けられた網膜下の隙間へ挿入されているカニューレを示す。

図6は、内網膜層と外網膜層との間の網膜下の隙間の好適な位置にある複数の I S E M C P を示す網膜の一部の分解断面図である。

図7は、網膜下の隙間に移植された I S E M C P または I S E M C P - C の上方指向の後頭部領域に配置された電極コイルにより生成された磁界を示す。

図8は、図1の積層された構造を示す単一 I S E M C P 微小円板体の見取り図である。

図9は、前面の面電極が光活性面の一部だけを被覆している I S E M C P 微小

円板の見取り図である。

図10、酸素と栄養素とを浸透する、不活性または可溶性の材料の基板に埋め込まれた複数のISEMCP中間体の平面図である。

図11は、その微小構造を示し、一つの極にある中心ずれ強磁性層を有する単一のISEMCP-Cの側面図である。

好適な実施態様の詳細な説明

図1に示されているように、本発明の光電素子の一つの好適な実施態様の微小面構造体は、一般に10で示されている。この好適な実施態様において、この光電素子は、上述のP-i-P形ISEMCPから成っているが、この技術に精通した当事者は、ほかの光電素子も、本発明の精神と範囲から逸脱することなく、使用出来ることはお分かりであろう。図1に示されているように、好適なISEMCP10は球形を形成しており、極めて微小な大きさである。

その基本形式では、P-i-P形ISEMCP10は、半透明な面電極12を有する。この面電極12は、好適に、標準的イオン注入、熱拡散、または気相成長法により生成された各結晶シリコンで製作されている。あるいは、面電極12は、電流を伝導し、光が通ることが出来る適切な材料で製作することが出来る。従って、面電極12は、クロームの薄い半透明層の上に真空蒸着された金の薄い半透明層で製作することも出来る（クロームは、後述のようにほかの層への金の密着性を改善するために使用される）。金の代わりに使用出来るほかの電導材には、アルミニウム、白金、およびイリジウムがある。

図1に示されているように、面電極12は、半導体フォトダイオードの正の電極を形成しており、このフォトダイオードには、面電極12と負のドーブ基板との間にP接合13が形成されている。面電極12と接合13との間に、強化多結晶シリコン（P+）層15があり、この層により、電極と接合13との間電氣的接触が良好になる。P接合13は、固有層（i）16の片側とも接触しており、この接触はマイクロフォトダイオードの製作において自然に行われる。固有層（i）16の反対側に、負のドーブバルクシリコン基板14がある。

従って、P接合13と負のドーブバルクシリコン基板14とは、各ISEMCP10にある半導体フォトダイオードのP-N半体を形成している。ドーブ基板

層14の後ろには、そのほかに、磁気感应材の選択層17（後述）、負のドーブ多結晶シリコン層18、および強化電導性N-層19の層があり、ドーブ基板14は負のドーブ多結晶シリコン層18と接触している。

本発明の好適な実施態様において、ISEMCPの直径は1~25ミクロンである。しかし、ほかの実施態様では、本発明の精神と範囲から逸脱せずに、ISEMCPは、0.1ミクロン程度に小さいか、または、1000ミクロンほどに大きく製作することが出来る。直径が15ミクロンより小さいISEMCPは、必要な深さをすべての必要な層へ組み入れられるように、棒状の構造に製作しなければならない。同様に、好適な実施態様において、各ISEMCPは、1オーム/cmから50,000オーム/cmの範囲の抵抗を有する高いオーム（抵抗）値を有する。上述の好適なISEMCP10が、半透明面電極のP-i-N構成で示されたが、N-i-Pシリコンマイクロフォトダイオードも、容易に製作出来、好適なISEMCP10と等価であることは、本技術の専門家には明らかであろう。

図1に示された、直径が約25ミクロンの好適なP-i-N形ISEMCP10の代表的製作法が、図2~4に示されている。図2に示されているように、このISEMCP製作の第一段階は、基本的直径3インチのNドーブシリコンウェーハ20を、一般的製作厚さ21ミルから極薄初期厚さ5ミルへ機械的に研磨することである。この好適な初期厚さにより、以降に説明するその後の処理に十分な機械的強度が得られる。その上、薄いウェーハで始めることにより、その後の段階における複雑さが、かなり低減される。

標準的イオン注入、熱拡散、または気相成長法によって、ウェーハ20の底面は、図3に示されているように、単一領域P接合半導体へ変換される。好適に、7ミクロンのPドーブ多結晶シリコンが、P陽極としてウェーハ20へ付加される。この陽極はP層22の一部を形成する。P層22には、固有層16もあり、これは、P接合13のイオン移植後に、生成される。

次に、ウェーハ20の底面（Pドーブ多結晶シリコン側）は、化学的可溶性非水性接着剤26によりセラミック円板24へ付着される。この技術分野の習熟者にはお分かりのように、この方法は、鏡面研磨と故障分析断面切断とに使用され

ているものと同様である。セラミック円板 24 に付加されて機械的強度が増大し

ウェーハ 20 の上面は、再度、2 ミルの厚さへ機械的に研磨される。製作工程のこの段階において、ウェーハ 20 の前面と後面とが平行であることを確実にすることも好ましい。シリコンウェーハ 20 の最後の薄肉化は、標準の化学エッチングにより行われる。このようにして、非多結晶シリコン部分の 11 ミクロンの目標厚さは達成される。

次に、薄い N⁻ 層 28 は、負のドーブ基板 20 の上部へ植え込まれる。

N⁻ 層は技術界において広く知られている標準的イオン注入法により付着される。次に、7 ミクロンの N⁻ ドープ多結晶シリコン層が敷かれ、これは図 1 において示された N 陰極として働く。N⁻ ドープ多結晶シリコン層は、本技術の専門家にもまたよく知られている気相成長法により付着される。

完了すると、最終構造は好適に 25 ミクロンの厚さである；即ち、7 ミクロンの P⁻ ドープ多結晶シリコン 22、11 ミクロンのシリコンバルク 20、および 7 ミクロンの N⁻ ドープ多結晶シリコン 28（図 1 の固有層 16 が P⁻ ドープ多結晶シリコン 22 とシリコンバルク層 20 との間に形成される）。

次に、最終ウェーハ組み立て 30 は、X 方向ヘレーザでスライスされ、25 ミクロンのシリコンの帯を形成する。この切断片は大きさが小さいので、エキシマレーザスライスが適切である。エキシマレーザによるシリコンの側方への損傷は 1 ミクロンより小さい。次に、組み立て 30 は第二セラミック円板 32 へ張りつけられ（最初の切断片と同様に）、この機能は、ウェーハが再び Y 方向ヘレーザカットされるときに、すべてのシリコン切断片を所定の位置に保持することである。図 3 の接着剤 26 と異なり、この段階で使用される水性接着剤 34 は、次の段階で使用される溶剤に可溶性でないことが好ましい。従って、組み立て 30 は、最初の接着剤を溶解するが、第二の接着剤を溶解しない非水性溶剤内に配置される。

組み立て 30 は、X 方向に前に使用されたピッチと同じピッチで、Y 方向ヘレーザカットされる。完了すると、ウェーハ 20 は複数の微小立方体 36 へ変えら

れており（図4）、その立方体のそれぞれは一辺が25ミクロンである。最終に、組み立て30は第二水性溶剤へ置かれ、残りの接着剤34を溶解する。第二接着剤の層34が溶解すると、シリコンの微小立方体36は、溶剤内に懸濁状態で残

る。次に、バルクセラミック円板32は溶剤から除去され、懸濁状態のシリコン微小立方体36だけが残る。次に、シリコン微小立方体36は取り出され、水中懸濁状態に置かれる。本技術の専門家はお分かりのように、N-i-P素子の製作は、PとNの段階が逆であることを除いて、上記工程と同じである。

選択されたISEMCPの所望の形状に従って、次に、ある程度の研磨がシリコン微小立方体36に行われる。シリコン微小立方体36を研磨するために、水中懸濁状態の微小立方体36は、技術的に良く知られた方法で、2枚の円形ガラスラッピングプレート（示されていない）の間に置かれる。これらのプレートは静電容量で監視され、時間／圧力が制御され、非常に精密な研磨作業を行う。この方法により、微小立方体のシリコン構造体36は、精密で安定した直径を有する平滑なシリコン微小球体10（図1に示されている）へ研磨される。ラッピングが完了すると、シリコンISEMCP微小球体10は、洗浄され、取り出されて、殺菌され、眼への注入または移植のために用意された生理学的に適合性した液体または半固体のビヒクルに置かれる。

再び図1に関し、P領域は、光子変換が起こる活性接合空乏域を支配するので、入射光に対面しているP面電極12を有する微小球体だけは、光電電流を生成することにより応答する。各ISEMCP10の設計された好適な電流出力は、周囲の照明により、1nA～5,000nAの範囲である。そうであっても、0.01nA～2,000nAの範囲も適している。ISEMCP10の大きさ及び／または半透明面電極12と18の厚さを変えることにより、一面に敷かれた細胞層の刺激条件に従って、ISEMCP10は、それ以上に大きい、小さい出力を得るのに変更することも出来る。各ISEMCP10の出力の振幅は、入射光の強さにより変えられるので、内網膜と2極細胞へその作用は、この最初の場所において同じである。それは、形成された像を生成するほかに、コントラスト知覚を行

うオンーオフ受容体領域を維持することも出来る。

図5に示されているように、本発明の光電素子は、非常に細いカニューレ40で注入することにより、網膜下の隙間へ好適に移植される。好適に、ISEMCPは、液体などの（しかし、限定されない）ビヒクル内に置かれ、カニューレ40により網膜切開口を通して網膜下の間隙へ注入される。この様なビヒクルは、

平衡した塩水溶液またはメチルセルローズのような高い粘性の素材であってもよい。粘性ビヒクルは、ISEMCPを平衡塩水溶液より一様に懸濁することが出来る。ほかのビヒクルには、酸素と栄養素とを透過する半固体の溶液がある。

網膜42は、光線管44により好適に照明されて、ISEMCPの注入を容易にする。図5に示されているように、カニューレ40は、切開の平面部を通して眼の硝子体へ導入される。神経細胞の後ろの硝子体の解剖は、神経細胞後の硝子体の後面を網膜面から分離して行われる。小さい網膜切開は、スタイレットタイプのMVR刃により神経繊維層の方向に沿って、網膜を通して行われる。外網状層からの内網膜への解剖は、カニューレ40より機械的に行われる。

移植を受け入れる適切な網膜領域がカニューレ解剖により用意されると、懸濁状態のISEMCPを含んだ液体ビヒクルが注入される。この注入は、浮遊懸濁状態のISEMCP10を一様な単一層に分布するように行わなければならない。次に、カニューレ40は引き出され、水より重い、非混和性材（パーフルオロカーボンが好適）が、硝子体の神経細胞後極の上に選択的に置かれ、網膜を鎮静するのを助ける。非混和性材は、適切な時間の後、普通は15～20分間の後、元に戻した網膜を残して、好適に取り出される。網膜を収め、元へ戻すことによって、移植されたISEMCP10は、所望の単一層に分布ようになる。

図6において、ISEMCP10は、網膜下の間隙50内の好適な単一層の位置に示されている。内部から外部への神経細胞後極における眼の各層は、その各位置において図6に示されている：すなわち、内境界膜52、神経繊維層54、神経細胞層と神経無軸索細胞層56、内網状層58、内顆粒層60、外網状層62、外顆粒／双極細胞層64、および光受容体層66であり、それらはすべて内網状層68を構成している。このように、ISEMCP10は、内網状層68と

、外網膜層74を構成している網膜色素外皮70およびブルック基底層72との間に位置している。外網膜の外部には、脈絡毛細血管76と脈絡膜78とが、脈絡血管系80と眼の外皮である強膜82とから成っている。

図7に示されているように、ISEMCP10は、眼94に近接して配置された磁気コイル92またはそれに類したものによって生成された磁界90を使用して、挿入後に配列される。出来るだけ多くのISEMCP10は、Pドープ層

15(図1)が眼94のレンズ98を通して入射する光を受けるように、指向されなければならない(図7)。図7に示された磁力線90は、磁石近くのイオン配列の挙動と同様に、ISEMCP10の双極子特性と相互作用して、大多数のISEMCP10を適切に配置する。ISEMCP10は、光の刺激を受けると、固有の双極子特性を持っているので、ISEMCP10が照射されている間、磁気の方角付けを行うに違いない。あるいは、ISEMCP10は、有利な配列を得るのに役立つ強い磁化率を有する物質(ニッケル、ニッケル合金、コバルト、サマリウム、パラジウム、または磁気感受性セラミックが好適)と共に埋め込むことが出来る。図1に示されているように、これらの磁気感受性物質17は、好適に、ISEMCP10背面のN多結晶シリコン電極内に配置される。製作段階では、これらの物質はN多結晶シリコン付着相への途中に付着され、好適に真空蒸着される。磁気感受性材料は、素子の最も後ろにあるN多結晶シリコン電極の外に付着することも出来る。

上述のように、本発明の精神と基本的範囲とから外れることなく、ISEMCPは、ほかの微小構造を採用することが出来る。例えば、図8に示されているように、ISEMCP100のほかの実施態様は、半透明面電極102と108、P⁺層104、P接合層105、固有層106、N基板層103、N⁻層110、N多結晶シリコン層108、および透磁性材107を有する微小円柱構造である。図8に示された微小円板のISEMCP100は、好適に、0.5ミクロン〜2000ミクロンの程度の直径に製作されている。大きいサイズは大きい初期ダイシング明細書に起因していることを除いて、これらの層は、図1に関連して明示/説明された微小球体と同じように、組み立てられる。さらに、微小円柱ISE

EMCP100は、その円柱形状を維持するために、微小球体ISEMCP10の単体より短い時間でラッピングされるが、微小立方体の角を滑らかな円形仕上げに丸みづけるのに十分である。

あるいは、本発明のISEMCP素子のほかの実施態様が図9に示されている。この実施態様では、この光電素子の半透明面電極132は、素子130の光活性面の一部だけを覆っている。図9に示されているように、面電極132はISEMCP130の周囲に沿って配置されているが、本技術の専門家にはお分かりの

ように、面電極132は、光活性面の一部を被覆するほかの形状に使用することが出来る。図9の光電素子は、その他の点で、多くのほかのことでこれまでに考察した素子に似ている。図9に示されているように、この素子は、P⁺層135、P接合層133、固有層136、N基板層134、N⁻層139、N多結晶シリコン層138、磁気感受性材層137、および後部の半透明面電極138から構成している。

図9に示された隆起した杵状の電極132などのように、光活性面の一部を被覆する利点は、電極材が光活性面の前から無くなることである。しかし、光の減衰は、P整合133の厚さを制御することによっても、なおも行われる。図9の実施態様のほかの利点は、少しのラッピングで済むことである。丸み付けられた縁を形成するに十分なラッピングだけは、必要である。

上記のISEMCPの好適な挿入法には、平衡塩水または粘性液体に浮遊懸濁状態のISEMCPの注入があるが、移植のほかの形が考えられる。例えば、図10に示されているように、個々のISEMCP120は、基板シート122に埋め込まれ、磁界により事前に配列される。このシート122は、外科医により網膜の機能障害領域の大きさに切断され、図5の微小球体について示されているように、同様な網膜切開により網膜の背後に移植される。シート122は、流行のソフトコンタクトレンズに使用される一般的材料などの（これに限定されない）、栄養素と酸素の浸透性材で好適に製作されている。例えば、このような物質は、ポリ（2-メタクリル酸ヒドロキシエチル）の親水性ポリマーから製作され

る。ナイロンまたはポリプロピレンなどの不活性材で製作された、埋め込まれた2次元の網も、ISEMCP中間体120の平坦な分離を行うために使用することも出来る。

あるいは、ISEMCP120は、寒天またはコラーゲンなどの（これに限定されない）可溶性材内に配置することも出来る。埋め込まれた事前配列ISEMCPの寒天またはコラーゲンのシート122を網膜下の間隙へ移植により、入射光へ向かって事前配列された個々のISEMCP120は一様に分離される。

N-i-P ISEMCP-Cが図11に示されている。その好適な実施態様の各N-i-P ISEMCP-Cの微小構造は、前面の面電極140である前

面半透明N多結晶シリコン層と、それに続くシリコンバルク層とから成っている。層142は、N-i-P ISEMCP-CのN-i-P部分であり、N形燐のイオン注入により生成された前面層141と、P形硼素のイオン注入により生成された後面層143とから構成している。固有層142aが層141と143との間に形成されている。さらに後方にあるN-i-P ISEMCP-Cのそのほかの層には；P多結晶シリコン電極層144、SiO₂誘電コンデンサ層146、ほかのP多結晶シリコン電極層148、SiO₂絶縁層150、および強磁性ニッケルまたはニッケル合金層152がある。層140～144は、N-i-Pマイクロフォトダイオードを構成し、層144～148は、一体直列コンデンサを構成している。層144は、N-i-Pマイクロフォトダイオードと一体直列コンデンサとにより共有された共用電極層である。

各フォトダイオードの微小球体構造へ内蔵された一体直列コンデンサの目的は、“明視”中に電荷を蓄電し、“暗視”中に電荷を放電することである。“明視”は、明るい像、例えば、星または明るい空などがN-i-P面に焦点を結ぶ時に起きる。“暗視”は、暗い細部、例えば、印刷面に言葉を形成している暗い文字、または陰影などがN-i-P面に焦点を結ぶ時に起きる。正常な視覚は、網膜面上で変化する明るさと暗さの強さの変遷の細部として、絶えず変わる“明”と“暗”の視覚から成っている。ISEMCP-Cによる視覚には、眼内の複数のマイクロフォトダイオードのN-i-P面上の同じタイプの変遷がある。“明

視”の場合、負のイオンが、N-i-Pマイクロフォトダイオードにより形成された層140の領域の回りに集中する。これにより、細胞が正常な眼の健康な光受容体である場合の光への感応と同じ、網膜細胞の過分極が発生する。暗い像に関しては、一体直列コンデンサは、層144の方向へ引かれた、反対極性の電荷（正の電荷）を層144を通して放電する。これにより、細胞が正常な眼の健康な光受容体である場合の光への感応と同じ、網膜細胞の減極が発生する。明暗の細部の知覚のほかに、網膜内の明暗の電荷極性の逆転が、この層の健康維持にとって重要である。一つの極の電荷の絶え間ない多量の蓄積は、電気分解作用により細胞を損傷する。ISEMCP-Cは、電荷の極性を逆転し、一つの極における電荷の蓄積を防止する。

N-i-Pマイクロフォトダイオード構造の、微小球体の光に当たる上部の層140～144は、“明視”において、網膜を刺激し、一体直列コンデンサを充電する両方の電流源として働く。“暗視”の間、N-i-P構造は、微小球体に焦点を結んだ像の光の強さに直接に相互関係する小アンペアの電流を発生する。この電流は、層144から回りの間質繊維へ流れ、層140を経てN-i-P構造へ戻る。同時に、ほかの電流の閉回路は一体直列コンデンサ146～148を充電する。この第二の電流閉回路は、N-i-P構造において層144から始まり、層146と148を通過して進み、間質細胞環境へ流れ、層140においてN-i-P構造へ再び戻る。“暗視”の間、N-i-P構造からの電流は減少し、一体直列コンデンサ144～148からの電流は、層144から間質細胞環境へ流れ、層148へ再び戻ると、回路は完了する。

微小球体のN-i-P部分のP側は、厚さ2ミクロンのPドープ硼素多結晶シリコン電極144を経て一体直列コンデンサの陽極へ持続している。0.2ミクロンの二酸化珪素の薄い層は、コンデンサの誘電層として働く。陰極の接続も、Pドープ硼素多結晶シリコン148である。厚さ2ミクロンの多結晶シリコン陽極144は、約17オームのバルク抵抗を有し、その側方へのシート抵抗は、約40キロオームである。この微小コンデンサは、約0.2ピコファラドまたは200フェムトファラドの値を有する。

“明視”の間、N-i-Pフォトダイオードからの電流は、RC時定数がナノ秒以下であるので、一体直列コンデンサを殆ど瞬間的に変化する。“暗視”の間、フォトダイオードの電流は減少するか、または流れていない。この状態において、一体直列コンデンサは、電流を陽極コンデンサ電極144の縁を経て回りの間質繊維へ流し戻す。この過程の時定数は、充電RC時定数より口かに大きい、それでもナノ秒以下である。この視覚過程に関連して、充電と放電の時定数は、応答速度が視覚を生成するのに十分に速い。

図11に示されたタイプの直径30ミクロンのN-i-P ISEMCP-C微小球体の代表的製作は、厚さ21ミルの基盤3"400オームセンチPタイプのシリコンウェーハで始まる。ウェーハは、最後のN-i-P ISEMCP-C微小球体において前面となる層141に、Nタイプ燐を0.5ミクロンの深さ

ヘイオン注入される。その後、ウェーハは“ターゲットウェーハ”と呼ばれる。気相成長法(CVD)により、厚さ6ミクロンの燐ドーブ多結晶シリコンが、N-i-P ISEMCP-C微小球体の最終的に層140になる、ターゲットウェーハの前面へ10オームセンチで付着される。

次に、ダミー3"ウェーハは、SiO₂の4ミクロンの厚さで酸化される。普通のホテルレジストとマスキング法により、この酸化層はパターン化され、X-Yグリッドの後ろを残して、エッチングされる。格子のリブの幅は、254ミクロン(10ミル)である。各格子内の開かれた面積は、3,600×3,600ミクロン平方である。この特殊なダミーウェーハは、後にウェーハをさらに薄くするために必要な機械的強度に戻す、ターゲットウェーハへ接合された酸化物である。

次に、ダミーウェーハは、IRレーザーにより各四角形の格子の中心に直径125ミクロン(5ミル)の貫通した孔がレーザー穿孔される。これらの孔は二つの目的を達成する。それらの孔は以降に説明するウェーハ酸化膜接合段階に役立ち、最終チップダイシング中に使用される接着剤のリフロー孔として働く。

ターゲットウェーハは、Pバルクシリコン側で厚さ178ミクロン(7ミル)まで機械的にラッピングされる。次に、ターゲットウェーハは、上記のように加

エされたダミーウェーハへ酸化膜接合される。詳細に言えば、ターゲットウェーハ(140)の前側(燐Nドープ多結晶シリコン側)が、ダミーウェーハの酸化層へ接合される。

ターゲットウェーハは、再び25~50ミクロン(1~2ミル)の厚さまで機械的にラッピングされる。ラッピング中に、ウェーハ組み立ては、ダミーウェーハにより研削ヘッドへ付着される。

最終ターゲットウェーハの薄肉化は、標準のシリコン・ケミカルエッチングにより最終厚さ10ミクロン+/-20%(0.31~0.47ミル)まで行われる。この時点で、ターゲットウェーハは、厚さが16ミクロンである(6ミクロンの多結晶シリコンと10ミクロンのシリコンバルク)。

次の段階に関して、イオン注入が、ターゲットウェーハのP-シリコンバルクの露出した裏側へ0.5ミクロンの硼素を打ち込むために使用される。これは、次の多結晶シリコン付着段階への繋ぎとして働く。次に、2ミクロンの10オーム

ーセンチP-硼素ドープ多結晶シリコン144が、気相成長法により付着される。多結晶シリコンのこの層144は、一体直列コンデンサ(144~148)の正の電極を形成する。

0.2ミクロンのシリコンダイオードの層が、ターゲットウェーハに付着されて、一体直列コンデンサの誘電体146を形成する。次に、P+硼素ドープの多結晶シリコンの厚さ8.3ミクロンの厚い層が付着される。この層の抵抗値は、約10オームーセンチで、マイクロコンデンサの負極を形成する。完成したマイクロコンデンサ(144~148)は、約200フェムトファラドの静電容量を有する。

0.5ミクロンのシリコンダイオードの層150が付着され、これは層148と152との間の絶縁体として働く。この絶縁層は、電流が層の電気分解を起こす次の層に流れるのを防止するために必要である。最終層は、厚さ9ミクロンの電子ビームにより付着されたニッケルまたはニッケル合金皮膜152である。ニッケルまたはニッケル合金の強磁性の性質は、磁界の下で球体に磁気感受性を与

える。これにより、微小球体が、上記磁界によって、外科移植の後、網膜下の間隙内で本来の位置に配列される。

新しいターゲットウェーハ構造の厚さ（ダミーウェーハを含まない）は、36ミクロンである；すなわち、6ミクロンN-多結晶シリコン、10ミクロンのPシリコンバルク142と埋め込まれたN-i-P層141、142a、および143、2ミクロンP-多結晶シリコン144、0.2ミクロンSiO₂146、8.3ミクロンP-多結晶シリコン148、0.5ミクロンSiO₂150、および9ミクロンニッケルまたはニッケル合金である。ここで、このウェーハ組み立ては、光学的バルサム接着剤により、ダミーウェーハの孔からリフローされる。この接着材は、ダイシングの準備のために、各格子セルの空洞を満たし、硬化する。

IRまたはエキシマレーザーが、XとYの方向にダイシングするために使用され、一辺が36ミクロンの正方形のシリコンを生成する。レーザーによるシリコンの側方の損傷は、1ミクロンより小さい。新しいターゲットウェーハの厚さも36ミクロンであるので、最後の結果は、光学的バルサムにより所定の位置に保持された、一辺が36ミクロンの活性シリコンの微小立方体へ、ターゲットウェーハを変換することである。

レーザービームからの残留エネルギーは、バルサムとダミーウェーハとにより吸収される。

ウェーハ組み立ては溶液の中に逆さまに置かれて、バルサム溶剤を溶解する。次に、微小立方体は、すべてウェーハ組み立てから分離される。ダミー組み立ては取り外される。洗浄とすすぎが、従来の方法により完了する。シリコン微小立方体が清浄になり、乾燥されると、それらは摩擦成形の準備が整う。

シリコン微小立方体は、キャリア溶液としての消イオン液により、遠心研磨器の中へ置かれる。研磨器の壁は、滑らかなバイレックスガラスである。微小立方体は転がりながら、渦巻きに巻かれ、ガラス壁と摩擦しながら回り、ゆっくりと球形に研磨される。この工程は、研磨器の制約要素により約1～2週間かかる。

研磨が終了すると、直径が30ミクロンになったシリコン球体は、清浄され、水洗いされ、乾燥されて、回収される。微小立方体は殺菌され、眼への移植に用意された塩水または粘性液に懸濁される。

本発明の光電人工網膜素子は、従来の技術より優れた大きな利点を有する。好適なISEMCP10により、酸素と栄養素は、外網膜層と内網膜層との間を容易に流れる。さらに、この素子の個々の微小な幾何学的形状によって、機能傷害の外網膜の不規則な局部へ移植することが可能である。この移植は、生理学的に併用可能な液体または半固体ビヒクル内に懸濁状態のISEMCPを注入するか、または、ISEMCPが満たされた浸透性材を直接に移植することにより達成される。振幅変調信号の周波数変調信号への複雑な変換が網膜固有の機構にあるので、網膜下に移植されたISEMCPにより生成された視覚は、神経繊維層を直接刺激しようとする素子によるよりも優れている。

上記の実施態様の広範囲な変更と修正とが、本技術に精通した当業者には明らかであり、また考えられることは理解されることである。従って、前述の詳細な説明は限定するよりも、むしろ示したものとして見なされるべきであり、本発明の精神と範囲を定義しようとするものは、すべての等価のものを含む次の請求の範囲であると理解されなければならない。

【図1】

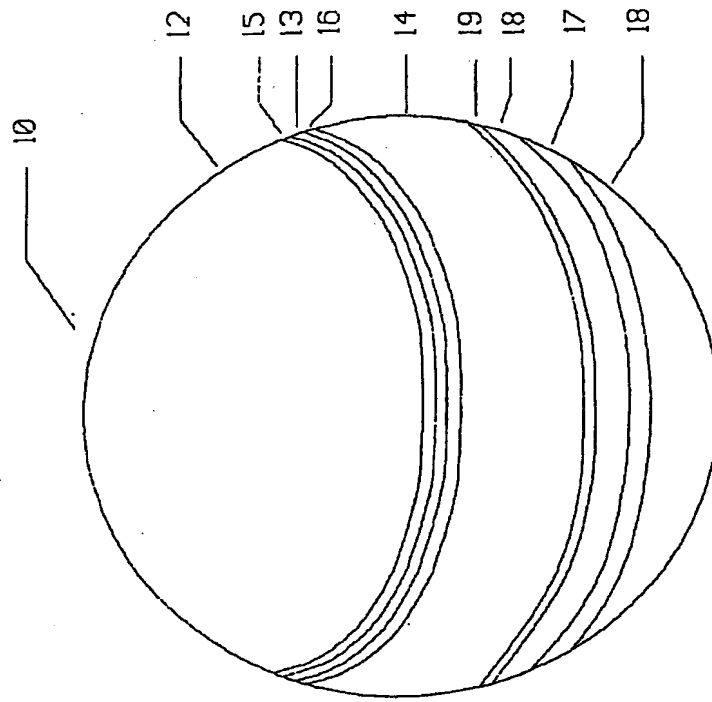
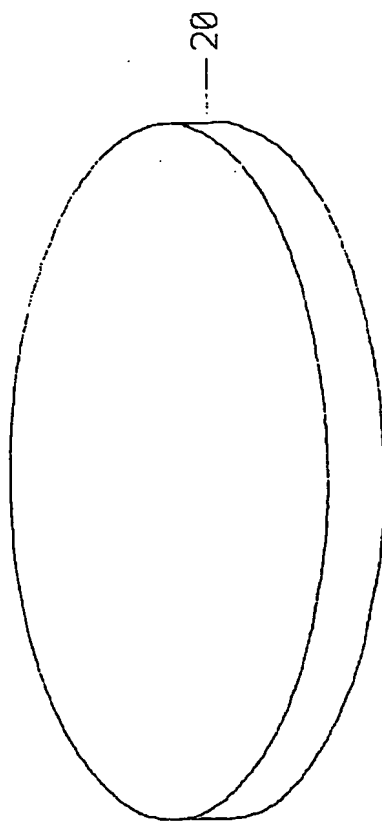


FIG. 1

【図2】

Fig. 2



(26)

【図3】

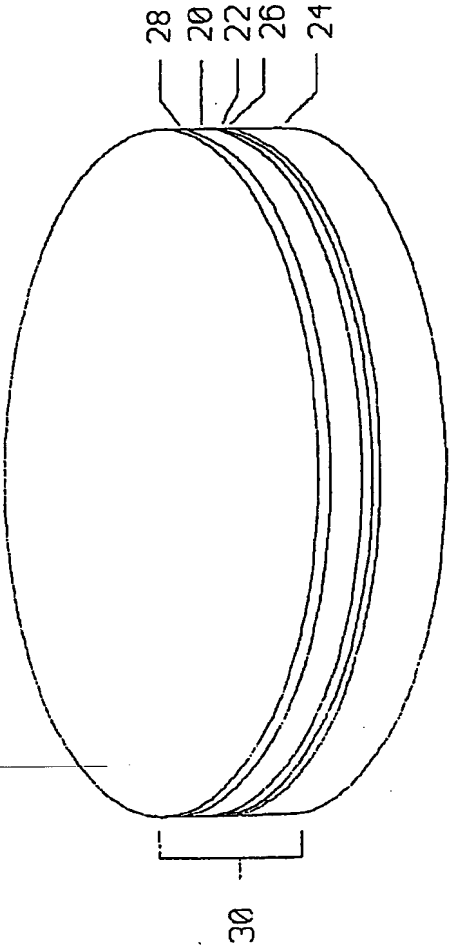
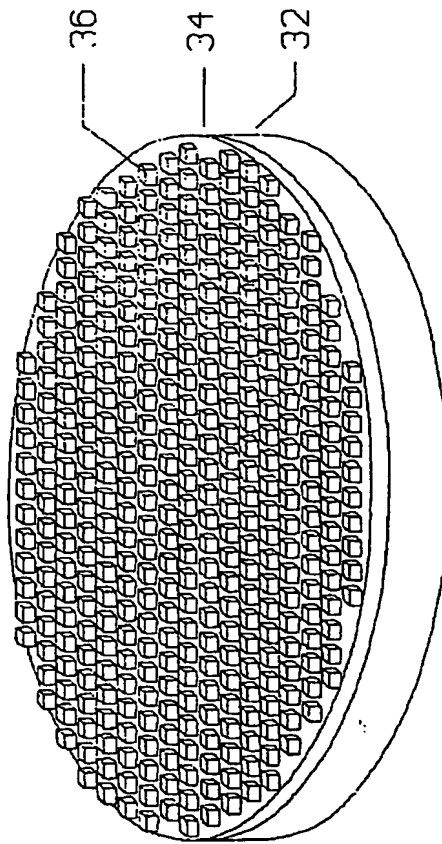


Fig. 3

(27)

【図 4】

Fig. 4



【図5】

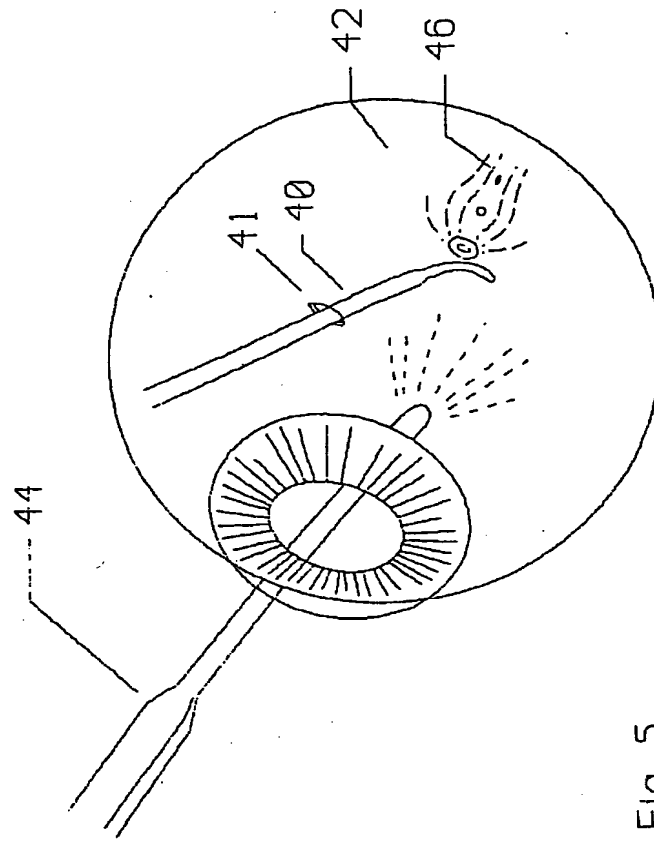


Fig. 5

【図 6】

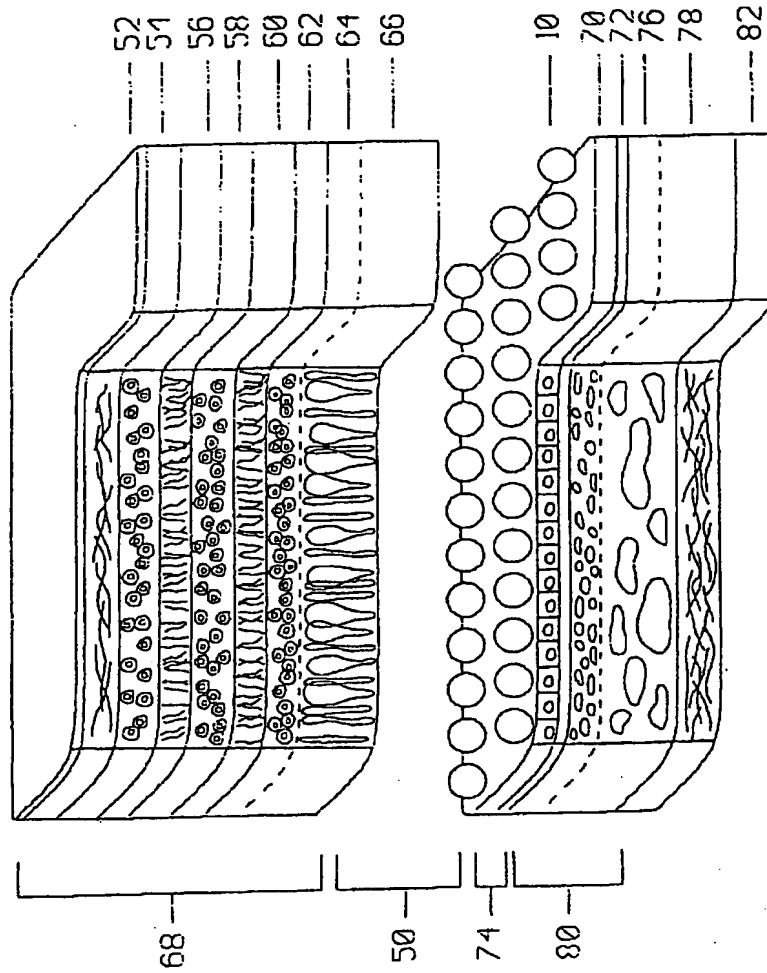
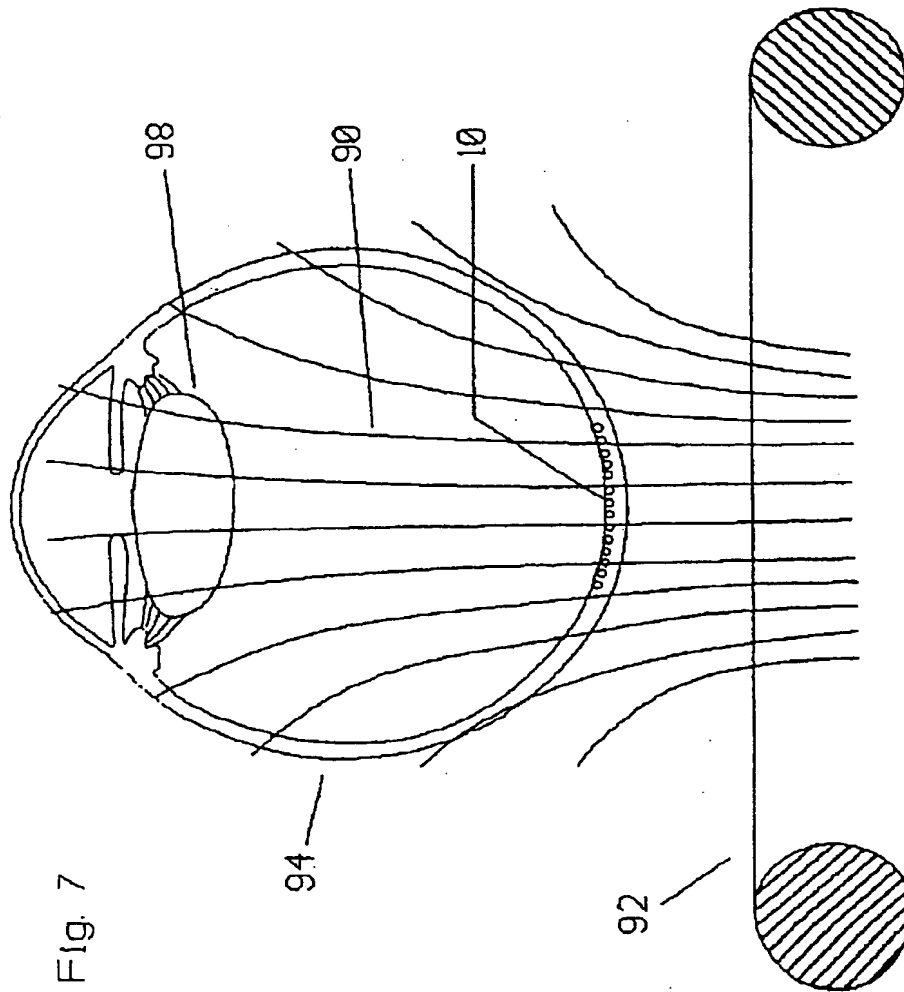
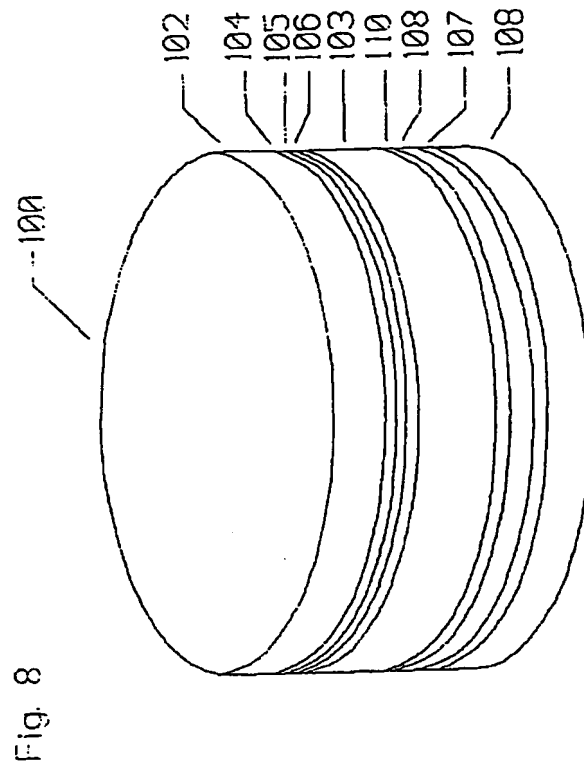


Fig. 6

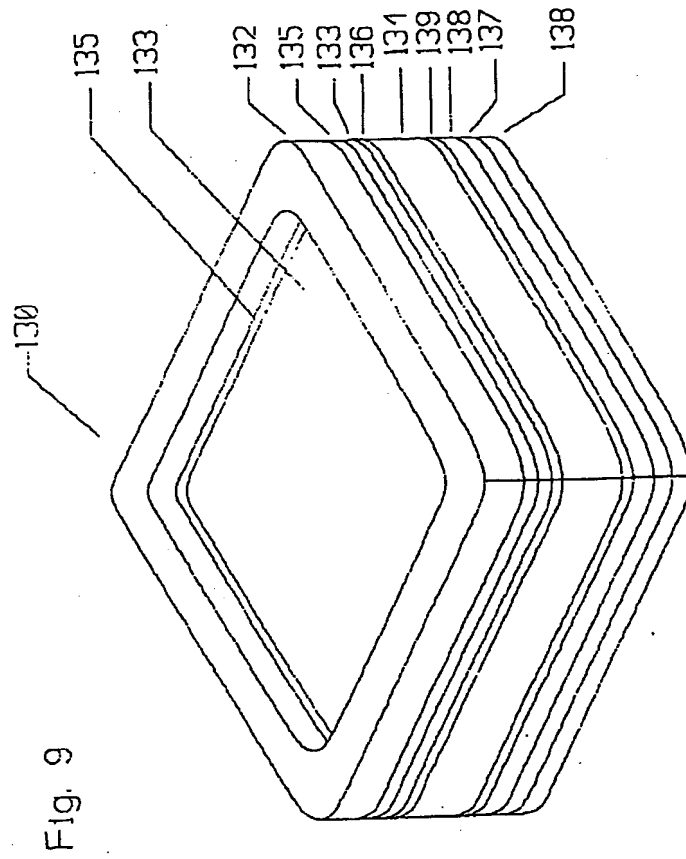
【図7】



【図 8】



【図9】



【図 10】

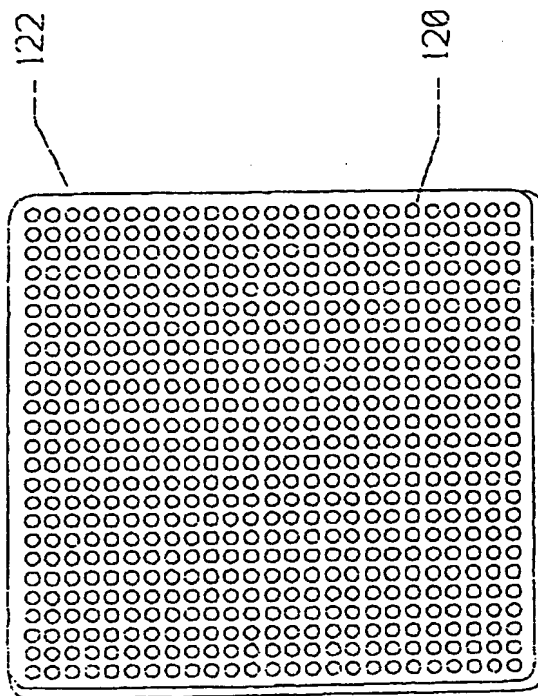
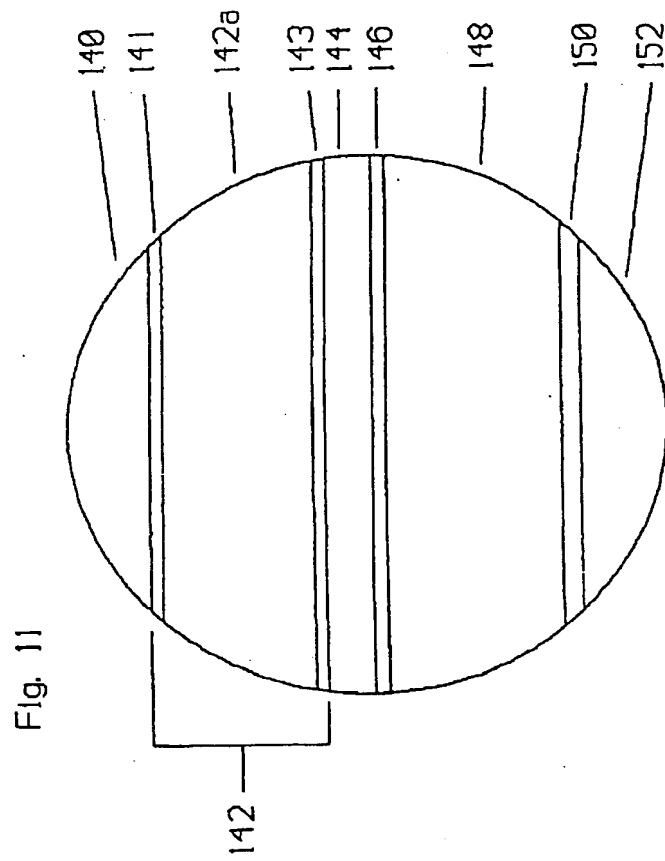


Fig. 10

【図11】



【手続補正書】特許法第184条の8

【提出日】1994年11月30日

【補正内容】

請求の範囲

1. 眼に形成される視覚を人工的に生成する方法において、複数の分離した微小光電素子を眼の網膜下間隙へ挿入する段階を含んでいることを特徴とする前記方法。
2. 請求の範囲第1項に記載の方法において、前記複数の分離した微小光電素子が分離したマイクロフォトダイオードを含んでいることを特徴とする前記方法。
3. 請求の範囲第2項に記載の方法において、前記複数の分離したマイクロフォトダイオードがP-i-N半導体を含んでいることを特徴とする前記方法。
4. 請求の範囲第2項に記載の方法において、前記複数の分離したマイクロフォトダイオードがN-i-P半導体を含んでいることを特徴とする前記方法。
5. 請求の範囲第3項に記載の方法において、少なくとも数個の前記マイクロフォトダイオードが明暗の像で形成された視覚を可能にする静電容量性蓄電要素を含んでいることを特徴とする前記方法。
6. 請求の範囲第4項に記載の方法において、少なくとも数個の前記マイクロフォトダイオードが明暗の像から成る形成された視覚を可能にする静電容量性蓄電要素を含んでいることを特徴とする前記方法。
7. 請求の範囲第2項に記載の方法において、さらに、複数のマイクロフォトダイオードを液体内に懸濁し、その懸濁液を網膜下の間隙へ注入する段階を含んでいることを特徴とする前記方法。
8. 請求の範囲第7項に記載の方法において、複数のマイクロフォトダイオードを網膜下の間隙へ移植するためにカニューレにより硝子体空洞へ挿入されることを特徴とする前記方法。
9. 請求の範囲第8項に記載の方法において、複数のマイクロフォトダイオードが平坦な切開部の形成により硝子体空洞へ挿入されることを特徴とする前記方法。
10. 請求の範囲第9項に記載の方法において、硝子体の後部が解剖されて、硝子

体の後面を網膜面から分離し、切開が網膜を通り、網膜下の間隙へ行われることを特徴とする前記方法。

11. 請求の範囲第10項に記載の方法において、網膜下の間隙が神経繊維層の方

向に沿った小さい網膜切開により開けられ、外網膜から内網膜の解剖が続くことを特徴とする前記方法。

12. 請求の範囲第7項に記載の方法において、液体が平衡した塩水溶液を含んでいることを特徴とする前記方法。

13. 請求の範囲第7項に記載の方法において、液体が粘性剤を含んでいることを特徴とする前記方法。

14. 請求の範囲第13項に記載の方法において、粘性剤がメチルセルロースを含んでいることを特徴とする前記方法。

15. 請求の範囲第7項に記載の方法において、さらに、懸濁液が網膜を鎮静するために注入された後、水と非混和性の液体が硝子体空洞の後極へ射出し、次に、網膜が鎮静した後、非混和性液体を取り出す段階を含んでいることを特徴とする前記方法。

16. 請求の範囲第15項に記載の方法において、非混和性液体がパーフルオロカーボンを含んでいることを特徴とする前記方法。

17. 請求の範囲第2項に記載の方法において、さらに、眼に入射した光を受けるように、マイクロフォトダイオードを整列する段階を含んでいることを特徴とする前記方法。

18. 請求の範囲第17項に記載の方法において、マイクロフォトダイオードが磁界により整列されることを特徴とする前記方法。

19. 複数の分離した光電素子を含んでいる光動作する人工の網膜下移植素子において、各光電素子が光活性面と、光電素子に位置する対応する第一電極と、第一電極から間隔を置いて光電素子に位置する第二電極とを含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

20. 請求の範囲第19項に記載の人工網膜移植素子において、複数の分離した光電素子が分離した独立面電極マイクロフォトダイオードを含んでいることを特徴

とする前記人工網膜移植素子。

21. 請求の範囲第20項に記載の人工網膜移植素子において、対面する入射光が眼の神経繊維層と内網状層とを通った後、前記入射光がマイクロフォトダイオードの前面に衝撃を与えることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

22. 請求の範囲第20項に記載の人工網膜移植素子において、マイクロフォトダイオードが眼の並び置かれた光受容体、双極細胞、水平細胞、無軸索細胞、および神経細胞層の分離した電氣的刺激を生成することを特徴とする前記人工網膜移植素子。

23. 請求の範囲第20項に記載の人工網膜移植素子において、独立した面電極マイクロフォトダイオードがP-i-N半導体を含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

24. 請求の範囲第20項に記載の人工網膜移植素子において、独立した面電極マイクロフォトダイオードがN-i-P半導体を含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

25. 請求の範囲第20項に記載の人工網膜移植素子において、前記第一電極が半透明であることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

26. 請求の範囲第20項に記載の人工網膜移植素子において、前記第一電極が電流を伝導し、その中を光を通過せしめ、前記電極の透明性が電極の厚さと材料の制御により変化することが出来ることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

27. 請求の範囲第20項に記載の人工網膜移植素子において、第一電極が多結晶シリコン、金、クローム、イリジウム、アルミニウム、および白金から構成している群から組み立てられていることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

28. 請求の範囲第20項に記載の人工網膜移植素子において、前記第一電極がマイクロフォトダイオードの光活性面の一部を覆っていることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

29. 請求の範囲第20項に記載の人工網膜移植素子において、マイクロフォトダイオード多様な大きさと形状とを含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

30. 請求の範囲第20項に記載の人工網膜移植素子において、マイクロフォトダイオードがほぼ球形を含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

31. 請求の範囲第20項に記載の人工網膜移植素子において、マイクロフォトダイオードが円柱形または棒状の形状を含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

32. 請求の範囲第20項に記載の人工網膜移植素子において、各マイクロフォトダイオードの磁化率が素子に衝撃を与える光により変わること特徴とする前記人工網膜移植素子。

33. 請求の範囲第20項に記載の人工網膜移植素子において、さらに、磁気感受性層を含んでおり、前記磁気感受性層が外部磁界を受けて網膜下の間隙内のマイクロフォトダイオードの整列を容易にし、かつ、バリウム、タンゲステン、コバルト、ニッケル、ニッケル合金、鉄、鉄合金、サマリウム、または磁気感受性セラミックから構成している群からの物質を含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

34. 請求の範囲第20項に記載の人工網膜移植素子において、独立した複数のマイクロフォトダイオードが、網膜の開口を通る射出または直接配置による網膜下の間隙への移植する媒質内に懸濁されていることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

35. 請求の範囲第34項に記載の人工網膜移植素子において、前記媒質が液体を含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

36. 請求の範囲第34項に記載の人工網膜移植素子において、前記媒質が粘性材を含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

37. 請求の範囲第20項に記載の人工網膜移植素子において、さらに、酸素と栄養素とを浸透する素材のシートを含んでおり、個々のマイクロフォトダイオードが配置され、入射光に対し事前に整列されていることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

38. 請求の範囲第37項に記載の人工網膜移植素子において、酸素と栄養素とを浸透する素材のシートが不溶性材を含んでいることを特徴とする前記人工網膜移

植素子。

39. 請求の範囲第38項に記載の人工網膜移植素子において、不溶性材がポリ(2-メタクリル酸ヒドロキシエチル)の親水性ポリマーを含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

40. 請求の範囲第37項に記載の人工網膜移植素子において、酸素と栄養素とを浸透する素材のシートが不溶性材を含んでいることを特徴とする前記人工網膜

移植素子。

41. 請求の範囲第40項に記載の人工網膜移植素子において、前記不溶性材が寒天を含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

42. 請求の範囲第40項に記載の人工網膜移植素子において、前記不溶性材がコラーゲンを含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

43. 請求の範囲第20項に記載の人工網膜移植素子において、独立したマイクロフォトダイオードが不活性物質で製作された網状組織内に埋め込まれていることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

44. 請求の範囲第43項に記載の人工網膜移植素子において、前記網状組織がナイロンを含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

45. 請求の範囲第43項に記載の人工網膜移植素子において、前記網状組織がポリプロピレンを含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

46. 請求の範囲第20項に記載の人工網膜移植素子において、さらに、明暗の像で形成された視覚を可能とする静電容量的蓄電要素を含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

47. 人工視覚を生成する外科技術において、

眼へ平坦な切開部を形成し、

網膜の後部分離を行い、

網膜への網膜開口を形成し、

網膜を解剖分離し、

個々の殺菌されたマイクロフォトダイオードを適切なビヒクルに懸濁し、そして

個々の殺菌されたマイクロフォトダイオードを網膜下の間隙へ注入する段階を含んでいることを特徴とする前記外科技術。

48. 人工視覚を生成する外科技術において、

眼へ平坦な切開部を形成し、

網膜の後部分離を行い、

網膜への網膜開口を形成し、

網膜を解剖分離し、

個々の殺菌されたマイクロフォトダイオードを酸素と栄養素とを浸透する素材から成るシートに埋め込み、そして

前記マイクロフォトダイオードが含浸した酸素と栄養素との浸透材を網膜下の間隙へ移植する段階を含んでいることを特徴とする前記外科技術。

【手続補正書】特許法第184条の8

【提出日】1995年1月26日

【補正内容】

請求の範囲

1. 眼に形成される視覚を人工的に生成する方法において、複数の物理的に分離した微小光電素子を眼の網膜下間隙へ挿入し、前記素子の各々が約0.1ミクロンから1000ミクロンまでの大きさである段階を含んでいることを特徴とする前記方法。

2. 請求の範囲第1項に記載の方法において、前記複数の分離した微小光電素子が分離したマイクロフォトダイオードを含んでいることを特徴とする前記方法。

3. 請求の範囲第2項に記載の方法において、前記複数の分離したマイクロフォトダイオードがP-i-N半導体を含んでいることを特徴とする前記方法。

4. 請求の範囲第2項に記載の方法において、前記複数の分離したマイクロフォトダイオードがN-i-P半導体を含んでいることを特徴とする前記方法。

5. 請求の範囲第3項に記載の方法において、少なくとも数個の前記マイクロフォトダイオードが明暗の像で形成された視覚を可能にする静電容量性蓄電要素を

含んでいることを特徴とする前記方法。

6. 請求の範囲第4項に記載の方法において、少なくとも数個の前記マイクロフォトダイオードが明暗の像から成る形成された視覚を可能にする静電容量性蓄電要素を含んでいることを特徴とする前記方法。

7. 眼に形成される視覚を生成する方法において、複数の分離したマイクロフォトダイオードを液体内に懸濁し、その懸濁液を眼の網膜下の間隙へ注入し、その注入したマイクロフォトダイオードの少なくともいくつかは光を受けるように配列されている段階を含んでいることを特徴とする前記方法。

8. 請求の範囲第7項に記載の方法において、複数のマイクロフォトダイオードを網膜下の間隙へ移植するためにカニューレにより硝子体空洞へ挿入されることを特徴とする前記方法。

9. 請求の範囲第8項に記載の方法において、複数のマイクロフォトダイオードが平坦な切開部の形成により硝子体空洞へ挿入されることを特徴とする前記方法。

10. 請求の範囲第9項に記載の方法において、硝子体の後部が解剖されて、硝子体の後面を網膜面から分離し、切開が網膜を通り、網膜下の間隙へ行われるこ

とを特徴とする前記方法。

11. 請求の範囲第10項に記載の方法において、網膜下の間隙が神経繊維層の方向に沿った小さい網膜切開により開けられ、外網膜から内網膜の解剖が続くことを特徴とする前記方法。

12. 請求の範囲第7項に記載の方法において、液体が平衡した塩水溶液を含んでいることを特徴とする前記方法。

13. 請求の範囲第7項に記載の方法において、液体が粘性剤を含んでいることを特徴とする前記方法。

14. 請求の範囲第13項に記載の方法において、粘性剤がメチルセルローズを含んでいることを特徴とする前記方法。

15. 請求の範囲第7項に記載の方法において、さらに、懸濁液が網膜を鎮静するために注入された後、水と非混和性の液体が硝子体空洞の後極へ射出し、次に、

網膜が鎮静した後、非混和性液体を取り出す段階を含んでいることを特徴とする前記方法。

16. 請求の範囲第15項に記載の方法において、非混和性液体がパーフルオロカーボンを含んでいることを特徴とする前記方法。

17. 請求の範囲第2項に記載の方法において、さらに、眼に入射した光を受けるように、マイクロフォトダイオードを整列する段階を含んでいることを特徴とする前記方法。

18. 請求の範囲第17項に記載の方法において、マイクロフォトダイオードが磁界により整列されることを特徴とする前記方法。

19. 複数の分離した光電素子を含んでいる光動作する人工の網膜下移植素子において、各光電素子が光活性面と、光電素子に位置する対応する第一電極と、第一電極から間隔を置いて光電素子に位置する第二電極とを含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

20. 請求の範囲第19項に記載の人工網膜移植素子において、複数の分離した光電素子が分離した独立面電極マイクロフォトダイオードを含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

21. 請求の範囲第20項に記載の人工網膜移植素子において、対面する入射光が

眼の神経繊維層と内網状層とを通った後、前記入射光がマイクロフォトダイオードの前面に衝撃を与えることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

22. 請求の範囲第20項に記載の人工網膜移植素子において、マイクロフォトダイオードが眼の並び置かれた光受容体、双極細胞、水平細胞、無軸索細胞、および神経細胞層の分離した電氣的刺激を生成することを特徴とする前記人工網膜移植素子。

23. 請求の範囲第20項に記載の人工網膜移植素子において、独立した面電極マイクロフォトダイオードがP-i-N半導体を含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

24. 請求の範囲第20項に記載の人工網膜移植素子において、独立した面電極マイクロフォトダイオードがN-i-P半導体を含んでいることを特徴とする前記

人工網膜移植素子。

25. 請求の範囲第20項に記載の人工網膜移植素子において、前記第一電極が半透明であることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

26. 請求の範囲第20項に記載の人工網膜移植素子において、前記第一電極が電流を伝導し、その中を光を通過せしめ、前記電極の透明性が電極の厚さと材料の制御により変化することが出来ることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

27. 請求の範囲第20項に記載の人工網膜移植素子において、第一電極が多結晶シリコン、金、クローム、イリジウム、アルミニウム、および白金から構成している群から組み立てられていることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

28. 請求の範囲第20項に記載の人工網膜移植素子において、前記第一電極がマイクロフォトダイオードの光活性面の一部を覆っていることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

29. 請求の範囲第20項に記載の人工網膜移植素子において、マイクロフォトダイオード多様な大きさと形状とを含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

30. 請求の範囲第20項に記載の人工網膜移植素子において、マイクロフォトダイオードがほぼ球形を含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

31. 請求の範囲第20項に記載の人工網膜移植素子において、マイクロフォトダイオードが円柱形または棒状の形状を含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

32. 請求の範囲第20項に記載の人工網膜移植素子において、各マイクロフォトダイオードの磁化率が素子に衝撃を与える光により変わることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

33. 請求の範囲第20項に記載の人工網膜移植素子において、さらに、磁気感受性層を含んでおり、前記磁気感受性層が外部磁界を受けて網膜下の間隙内のマイクロフォトダイオードの整列を容易にし、かつ、バラジウム、タングステン、コバルト、ニッケル、ニッケル合金、鉄、鉄合金、サマリウム、または磁気感受性セラミックから構成している群からの物質を含んでいることを特徴とする前記人

工網膜移植素子。

34. 請求の範囲第 20 項に記載の人工網膜移植素子において、独立した複数のマイクロフォトダイオードが、網膜の開口を通る射出または直接配置による網膜下の間隙への移植する媒質内に懸濁されていることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

35. 請求の範囲第 34 項に記載の人工網膜移植素子において、前記媒質が液体を含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

36. 請求の範囲第 34 項に記載の人工網膜移植素子において、前記媒質が粘性材を含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

37. 請求の範囲第 20 項に記載の人工網膜移植素子において、さらに、酸素と栄養素とを浸透する素材のシートを含んでおり、個々のマイクロフォトダイオードが配置され、入射光に対し事前に整列されていることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

38. 請求の範囲第 37 項に記載の人工網膜移植素子において、酸素と栄養素とを浸透する素材のシートが不溶性材を含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

39. 請求の範囲第 38 項に記載の人工網膜移植素子において、不溶性材がポリ(2-メタクリル酸ヒドロキシエチル)の親水性ポリマーを含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

40. 請求の範囲第 37 項に記載の人工網膜移植素子において、酸素と栄養素とを浸透する素材のシートが不溶性材を含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

41. 請求の範囲第 40 項に記載の人工網膜移植素子において、前記不溶性材が寒天を含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

42. 請求の範囲第 40 項に記載の人工網膜移植素子において、前記不溶性材がコラーゲンを含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

43. 請求の範囲第 20 項に記載の人工網膜移植素子において、独立したマイクロフォトダイオードが不活性物質で製作された網状組織内に埋め込まれていること

を特徴とする前記人工網膜移植素子。

44. 請求の範囲第43項に記載の人工網膜移植素子において、前記網状組織がナイロンを含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

45. 請求の範囲第43項に記載の人工網膜移植素子において、前記網状組織がポリプロピレンを含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

46. 請求の範囲第20項に記載の人工網膜移植素子において、さらに、明暗の像で形成された視覚を可能とする静電容量的蓄電要素を含んでいることを特徴とする前記人工網膜移植素子。

47. 人工視覚を生成する外科技術において、

眼へ平坦な切開部を形成し、

網膜の後部分離を行い、

網膜への網膜開口を形成し、

網膜を解剖分離し、

個々の殺菌されたマイクロフォトダイオードを注入可能なビヒクルに懸濁し、そして

個々の殺菌されたマイクロフォトダイオードを網膜下の間隙へ注入する段階を含んでいることを特徴とする前記外科技術。

48. 人工視覚を生成する外科技術において、

眼へ平坦な切開部を形成し、

網膜の後部分離を行い、

網膜への網膜開口を形成し、

網膜を解剖分離し、

個々の殺菌されたマイクロフォトダイオードを酸素と栄養素とを浸透する素材から成るシートに埋め込み、そして

前記マイクロフォトダイオードが含浸した酸素と栄養素との浸透材を網膜下の間隙へ移植する段階を含んでいることを特徴とする前記外科技術。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US94/04656

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(5) : A61F 2/16 US CL : 607/116 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 128/898; 607/53, 54, 115, 116; 623/4, 24, 66 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched NONE Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) NONE		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X --- Y	US, A, 5,024,223, (CHOW), 18 June 1991. See Fig. 4 and column 3, lines 43-47; column 4, lines 43-45; and column 4, lines 64-68.	1-4, 18, 20-25, 28 ----- 49
A	US, A, 5,109,844, (DE JUAN, JR. ET AL), 05 May 1992. See Fig. 7, and Abstract.	1-49
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "A" document defining the general state of the art which is not considered to be part of particular relevance "E" earlier document published on or after the international filing date "I" documents which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "X" documents of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" documents of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" documents member of the same patent family	
Date of the actual completion of the international search 01 JULY 1994		Date of mailing of the international search report 26 SEP 1994
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 305-3230		Authorized officer <i>Mary Beth Jones</i> MARY BETH JONES Telephone No. (703) 308-3400

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)*

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AT, AU, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, ES, FI, GB, GE, HU, JP, KG, KP, KR, KZ, LK, LU, LV, MD, MG, MN, MW, NL, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SI, SK, TJ, TT, UA, UZ, VN

1. JP,08-511697,A(1996)

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

 CLAIMS

[Claim(s)]

1. Aforementioned method characterized by including stage which inserts in bottom gap of retina of eye minute photoelectric element which plurality separated in method of generating artificially visual sense formed in eye.
2. Aforementioned method characterized by including micro photodiode which minute photoelectric element which plurality divided [aforementioned] into the 1st term of claim in method of publication separated.
3. Aforementioned method characterized by micro photodiode which plurality divided [aforementioned] into the 2nd term of claim in method of publication containing P-i-N semiconductor.
4. Aforementioned method characterized by micro photodiode which plurality divided [aforementioned] into the 2nd term of claim in method of publication containing N-i-P semiconductor.
5. Aforementioned method characterized by including electrostatic capacitive accumulation-of-electricity element which makes possible visual sense in which some aforementioned micro photodiodes were formed by image of light and darkness at least in method given in the 3rd term of claim.
6. Aforementioned method characterized by including electrostatic capacitive accumulation-of-electricity element which makes possible formed visual sense to which some aforementioned micro photodiodes change from image of light and darkness to the 4th term of claim at least in method of publication.
7. Aforementioned method characterized by including stage of suspending further two or more micro photodiodes in liquid, and pouring in the suspension to gap under retina in method given in the 2nd term of claim.
8. Aforementioned method characterized by being inserted in vitreous body cavity with cannula in method given in the 7th term of claim in order to transplant two or more micro photodiodes to gap under retina.
9. Aforementioned method characterized by two or more micro photodiodes being inserted in the 8th term of claim by formation of the flat incision section in method of publication in vitreous body cavity.
10. in the method of a publication, the rear of a vitreous body dissects in the 9th term of a claim -- having -- the rear face of a vitreous body -- from a retina side -- dissociating -- incision -- a retina -- a passage -- the aforementioned method under a retina characterized by being carried out in a gap
11. The aforementioned method characterized by for the gap under a retina being opened in a method given in the 10th term of a claim by the small retina incision which met in the direction of a nerve fiber layer, and dissection of the entoretina continuing from an outside retina.
12. The aforementioned method characterized by including the salt water solution with which the liquid balanced the 7th term of a claim in the method of a publication.
13. The aforementioned method characterized by the liquid containing the viscous agent in the 7th term of a claim in the method of a publication.
14. The aforementioned method characterized by the viscous agent containing the methyl cellulose in the 13th term of a claim in the method of a publication.
15. The aforementioned method further characterized by including the stage which takes out an immiscible-liquid object after water and the liquid of a non-miscibility inject to the stella lentis hyaloidea of a vitreous body cavity after being poured in, in order that suspension may keep a retina calm, next a retina keeps it calm in a method given in the 7th term of a claim.
16. The aforementioned method characterized by the immiscible-liquid object containing perfluorocarbon in the 15th term of a claim in the method of a publication.
17. The aforementioned method characterized by taking out an immiscible-liquid object in a method given in the 15th term of a claim at suitable time after an immiscible-liquid object is injected.
18. They are the feature and the ***** method about including the stage which aligns a micro photodiode so that the light which carried out incidence to the eye may be further received in a method given in the 2nd term of a claim.

19. The aforementioned method characterized by a micro photodiode aligning by the magnetic field in the method of a publication in the 18th term of a claim.
20. The aforementioned artificial retina transplant element characterized by including the first corresponding electrode to which each photoelectric element is located in an optical activity side and a photoelectric element in the artificial transplant-under retina element containing the photoelectric element which plurality separated which carries out optical operation, and the second electrode which keeps an interval from the first electrode and is located in a photoelectric element.
21. The aforementioned artificial retina transplant element characterized by including the independent side electrode micro photodiode which the photoelectric element which plurality divided into the 20th term of a claim in the artificial retina transplant element of a publication separated.
22. The aforementioned artificial retina transplant element characterized by the aforementioned incident light giving a shock to the front face of a micro photodiode after the incident light which meets the 21st term of a claim in the artificial retina transplant element of a publication passes along the nerve fiber layer and inner plexiform layer of an eye.
23. The photoreceptor by which the eye was located in a line and the micro photodiode was put on the 21st term of a claim in the artificial retina transplant element of a publication, a bipolar cell, a horizontal cell, an amacrine cell, and the aforementioned artificial retina transplant element characterized by generating the electric stimulus which the ganglionic layer of optic nerve separated.
24. The aforementioned artificial retina transplant element characterized by the independent field electrode micro photodiode containing the P-i-N semiconductor in an artificial retina transplant element given in the 21st term of a claim.
25. The aforementioned artificial retina transplant element characterized by the independent field electrode micro photodiode containing the N-i-P semiconductor in an artificial retina transplant element given in the 21st term of a claim.
26. The aforementioned artificial retina transplant element characterized by the first electrode of the above being translucent in an artificial retina transplant element given in the 21st term of a claim.
27. The aforementioned artificial retina transplant element characterized by for the first electrode of the above conducting current, and making light able to pass and the transparency of the aforementioned electrode being able to change the inside of it with the thickness of an electrode, and control of material in an artificial retina transplant element given in the 21st term of a claim.
28. The aforementioned artificial retina transplant element characterized by being assembled from the group which the first electrode constitutes from polycrystal silicon, gold, chromium, iridium, aluminum, and platinum in an artificial retina transplant element given in the 21st term of a claim.
29. The aforementioned artificial retina transplant element characterized by the first electrode of the above wearing a part of optical activity side of a micro photodiode in an artificial retina transplant element given in the 21st term of a claim.
30. an artificial retina transplant element given in the 21st term of a claim -- setting -- a micro photodiode -- the aforementioned artificial retina transplant element characterized by including various sizes and configurations
31. The aforementioned artificial retina transplant element characterized by the micro photodiode containing the globular form in the 21st term of a claim mostly in the artificial retina transplant element of a publication.
32. The aforementioned artificial retina transplant element characterized by the micro photodiode including the cylindrical shape or the cylindrical configuration in the 21st term of a claim in the artificial retina transplant element of a publication.
33. The aforementioned artificial retina transplant element characterized by changing by the light to which the magnetic susceptibility of each micro photodiode gives a shock to the 21st term of a claim in the artificial retina transplant element of a publication at an element.
34. The aforementioned artificial retina transplant element characterized by including the matter from the group which the magnetic susceptibility layer is further included in the 21st term of a claim in the artificial retina transplant element of a publication, and the aforementioned magnetic susceptibility layer makes easy alignment of the micro photodiode in the gap under a retina in response to an external magnetic field, and is constituted from palladium, a tungsten, cobalt, nickel, a nickel alloy, iron, an iron alloy, samarium, or a magnetic susceptibility ceramic.
35. The aforementioned artificial retina transplant element characterized by two or more independent micro photodiodes having suspended in the medium to the gap under the retina by injection or direct arrangement which passes along opening of a retina to transplant in an artificial retina transplant element given in the 21st term of a claim.
36. The aforementioned artificial retina transplant element characterized by the aforementioned medium containing the

liquid in the 35th term of a claim in the artificial retina transplant element of a publication.

37. The aforementioned artificial retina transplant element characterized by the aforementioned medium containing viscous material in the 35th term of a claim in the artificial retina transplant element of a publication.

38. The aforementioned artificial retina transplant element characterized by including the sheet of the material which permeates oxygen and a nutrient further in the artificial retina transplant element of a publication in the 21st term of a claim, having arranged each micro photodiode, and having aligned in advance to an incident light.

39. The aforementioned artificial retina transplant element characterized by the sheet of the material which permeates the 38th term of a claim in oxygen and a nutrient in the artificial retina transplant element of a publication containing insoluble material.

40. The aforementioned artificial retina transplant element characterized by insoluble material containing poly (2-methacrylic-acid hydroxyethyl) hydrophilic polymer in the 39th term of a claim in the artificial retina transplant element of a publication.

41. The aforementioned artificial retina transplant element characterized by the sheet of the material which permeates the 38th term of a claim in oxygen and a nutrient in the artificial retina transplant element of a publication containing insoluble material.

42. The aforementioned artificial retina transplant element characterized by the aforementioned insoluble material containing the agar in the 41st term of a claim in the artificial retina transplant element of a publication.

43. The aforementioned artificial retina transplant element characterized by the aforementioned insoluble material containing the collagen in the 41st term of a claim in the artificial retina transplant element of a publication.

44. The aforementioned artificial retina transplant element characterized by being embedded in the network structure by which the independent micro photodiode was manufactured by the inactive substance in an artificial retina transplant element given in the 21st term of a claim.

45. The aforementioned artificial retina transplant element characterized by the aforementioned network structure containing nylon in the 44th term of a claim in the artificial retina transplant element of a publication.

46. The aforementioned artificial retina transplant element characterized by the aforementioned network structure containing the POPURO pyrene in the 44th term of a claim in the artificial retina transplant element of a publication.

47. The aforementioned artificial retina transplant element further characterized by including the electrostatic-capacity-accumulation-of-electricity element which makes possible the visual sense formed by the image of light and darkness in an artificial retina transplant element given in the 21st term of a claim.

48. the surgery technology which generates an artificial visual sense -- setting -- an eye -- the flat incision section -- forming -- posterior part separation of a retina -- carrying out -- retina opening to a retina -- forming -- a retina -- dissection separation -- carrying out -- the micro photodiode by which each was sterilized -- a suitable vehicle -- suspending -- the micro photodiode by which each was sterilized is poured in to the gap under a retina -- the aforementioned surgery technology characterized by including the stage

49. In Surgery Technology Which Generates Artificial Visual Sense Flat Incision Section is Formed in Eye. Posterior part separation of a retina is performed. Retina opening to a retina is formed. Dissection separation of the retina is carried out. The micro photodiode by which each was sterilized is embedded on the sheet of the material which permeates oxygen and a nutrient. The aforementioned surgery technology characterized by including the stage of transplanting to the gap under a retina the osmosis material of the oxygen and the nutrient into which the aforementioned micro photodiode sank.

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

The artificial retina element of photoelectricity nature and the background of the manufacturing method invention of having become independent this invention is a use **** physic product, in order to correct some the low vision or the perfect blindness by the retina disorder. Various retina disorders serve as the low vision or blindness by the trauma with the outside stratum reticulare corii which consists of a tunica vasculosa, and the Brook basal layer and retinal pigment envelope of the eye which consists of a choroid and a context capillary. By the injury on these layers, the lateral part of the entoretina which starts in a photoreceptor layer degenerates. The remaining entoretina constituted from an outside stratum granulosum, the outside stratum reticulare corii, the internal granular layer, an inner plexiform layer, a ganglionic layer of optic nerve, and a nerve fiber layer is no longer used in various forms.

There is optical sensing element to which the efforts which are going to generate a visual sense operate by the external force which has so far been reported, and which has an optical activity side and an electrode side by the side of the reaction in one of such the attempts by stimulating each portion of a retina. This element is theoretically stimulated by putting a nerve fiber layer on this element directly from a vitreous body. Since the nerve signal of the nerve fiber layer of compound frequency modulation is depended on carrying out double precision, this element is not successful.

Furthermore, it passes along the ganglionic layer of optic nerve in the radial mostly with many elements of the fiber which overlapped from each portion of a retina. it is not impossible to choose appropriately the nerve fiber stimulated in order to generate a visual sense -- it is very difficult, even if it is alike and carries out

There is an element which consists of the support substrate with which optical sensing material, such as SERENYUUMU, was covered by other conventional elements. the exterior where this element was performed to the nerve cell stella lentis hyaloidea -- it is designed so that it may be inserted in a sclera By light, it generates in the optical sensing side where potential generates ion, next stimulates by ion moving to a retina theoretically. However, there is no separated surface structure which restrains the directive flow of a charge, movement to the side of a charge and diffusion take place, and this bars all resolving capacity. If this element is placed between a sclera and a choroid, that the separated ion moves to a photoreceptor and an entoretina layer will also prevent. This is for a choroid, a context capillary, the Brook basal layer, and a retinal pigment envelope to exist, and for these to all intercept passage of ion. Placing an element between a choroid and a retina will insert the Brook basal layer and a retinal pigment envelope in the middle of separation ionic migration further. Since this element is inserted through the inside of the choroid to which the stella lentis hyaloidea was extended very much, or it, the bleeding under a choroid and in a retina and an eye socket may occur with discontinuation of the circulation to the nerve cell stella lentis hyaloidea. Although one of this kind of the elements is manufactured, it is transplanted to a patient's eye and light is perceived, the image is reported if not formed.

this invention person reported the design arranged behind the retina which consists of two or more field electrode micro photodiodes (SEMCP) to which it adhered to the substrate of a single common silicon crystal. These SEMCP(s) change into fine current the light which advances to an optical activity side through a translucent electrode side, and stimulate the inner retina of the circumference located in a line with the whole surface. With the property of the solid-state of a substrate in which SEMCP has been arranged, interception of the nutrient from a choroid to an inner retina occurs. Even if it performs the side-hinged-window way of various geometries to a common substrate, osmosis of oxygen and the biological matter is not the optimal.

Summary of invention The artificial retina element of this invention consists of the field electrode micro photodiode (ISEMCP) which plurality became independent of, and each ISEMCP is surrounded by the common liquid vehicle. This artificial retina element is the combination of ISEMCP and a surrounding common liquid vehicle. ISEMCP in a liquid vehicle is the P-i-P or N-i-P type semiconductor which full seal separated, and, generally a size has the substrate of itself smaller than 1000 microns. As one, ISEMCP and a liquid vehicle are poured in in the gap under the retina of

an eye.

When two or more of these ISEMCP(s) are inserted in the gap between an inner retina and an outside retina behind a nerve cell, each ISEMCP generates the current by which amplitude modulation was carried out in the optical activity side, after an incident light passes through a front translucent-electrode side. This current changes with the strength of the illuminance of ISEMCP directly. therefore, the field where ISEMCP was located in a line with the whole surface and where an inner retina layer is small -- depolarization -- and/or, hyperpolarization is carried out This field is a photoreceptor, a bipolar cell, and a horizontal cell. These cells of a normal eye receive analog amplitude modulation current, and the same modulation output of ISEMCP included in the eye with an unusual function which the outside retina damaged stimulates these cells similarly so that it may generate.

The array of ISEMCP in the gap under a retina is random, and only ISEMCP of the suitable array to which it pointed to the incident light in this case generates current. However, in the one embodiment of this invention, an array is oriented by impressing external criticality to ISEMCP, and ISEMCP has the ferromagnetic layer of the incorporated main gap. Or ISEMCP is embedded to the translucent elastic body transplanted to the gap under a retina. It is insoluble, and is hydrophilic and this elastic body is manufactured from fusibility matter, such as; which is used to the soft contact lens of fashion and which is manufactured from the matter of nutrient permeability, for example, polymer, (2-methacrylic-acid hydroxyethyl), an agar, or a collagen. The fine network made from inactive substances, such as nylon or polypropylene, also encloses each ISEMCP, and forms the pattern array of intermediate field.

In other embodiments, each ISEMCP has an electric capacitor layer, therefore this deformation support (henceforth, "ISEMCP-C") generates the current of the reaction direction of light and darkness, and carries out induction of the visual sense of light and darkness to a retina.

Easy explanation of a drawing Drawing 1 is the sketch of a single microsphere showing the microstructure by which the laminating was carried out.

Drawing 2 is the sketch of the silicon wafer used for manufacture of suitable ISEMCP of this invention.

Drawing 3 is the sketch of the material added to the wafer of drawing 2 in manufacture of ISEMCP.

Drawing 4 is the sketch of two or more ISEMCP microspheres before dissociating from a support bulk ceramic disk and grinding individually.

Drawing 5 shows the cannula inserted in the crevice under the retina prepared in pouring under a retina and a transplant of ISEMCP.

Drawing 6 is some decomposition cross sections of a retina showing two or more ISEMCP(s) in the suitable position of the gap under the retina between an entoretina layer and an outside retina layer.

Drawing 7 shows the magnetic field generated with the electrode coil arranged to the regio-occipitalis-capitis field of an upper part inclination [ISEMCP transplanted to the gap under a retina, or ISEMCP-C].

Drawing 8 is the sketch of the single ISEMCP minute disk object in which the structure where the laminating of drawing 1 was carried out is shown.

Drawing 9 is a sketch of an ISEMCP minute disk with which the front field electrode has covered a part of optical activity side.

It is the plan of two or more ISEMCP intermediate fields embedded at the substrate of the material of the inactive or fusibility which permeates drawing 10 , oxygen, and a nutrient.

Drawing 11 is the side elevation of single ISEMCP-C which has the main gap ferromagnetism layer which shows the microstructure and is in one pole.

Detailed explanation of a suitable embodiment Generally one suitable minute plane-structure object of an embodiment of the photoelectric element of this invention is shown by 10 as shown in drawing 1 . this suitable operative condition - although it sets like and this photoelectric element consists of above-mentioned P-i-P form ISEMCP, it being used will be understanding, without the person concerned well versed in this technology doing range shell deviation of other photoelectric elements with the pneuma of this invention Suitable ISEMCP10 forms the globular form and is a very minute size as shown in drawing 1 .

In the ground form, P-i-P form ISEMCP10 has the translucent field electrode 12. This field electrode 12 is suitably manufactured with each crystal silicon generated by a standard ion implantation, thermal diffusion, or the vapor growth. Or the field electrode 12 can conduct current and can manufacture it with a suitable material along which light can pass.

Therefore, the field electrode 12 can also be manufactured in the thin translucent layer of the gold by which vacuum deposition was carried out on the thin translucent layer of chromium (chromium is used in order to improve the adhesion of the gold to other layers like the after-mentioned). There are aluminum, platinum, and iridium in other electrical-conduction material which can be used instead of gold.

The field electrode 12 forms the positive electrode of a semiconductor photodiode, and the P junction 13 is formed in

this photodiode between the field electrode 12 and the negative dope substrate as shown in drawing 1 . Between the junction 13 to the field electrode 12, the strengthening polycrystal silicone (P+) layer 15 is, and the electric contact between the junction 13 to an electrode becomes good by this layer. One side of the peculiar layer (i) 16 touches, and this contact is automatically performed for the P junction 13 in manufacture of a micro photodiode. The negative dope bulk silicon substrate 14 is in the opposite side of the peculiar layer (i) 16.

Therefore, the P junction 13 and the negative dope bulk silicon substrate 14 form the P-N half object of the semiconductor photodiode in each ISEMCP10. Behind the dope substrate layer 14, in addition to this, there is a layer of the selection layer 17 (after-mentioned) of magneto-induction material, the negative dope polycrystal silicon layer 18, and the strengthening conductivity N-layer 19, and the dope substrate 14 touches the negative dope polycrystal silicon layer 18.

In the suitable embodiment of this invention, the diameter of ISEMCP is 1-25 microns. However, in other embodiments, without deviating from the soul and the range of this invention, ISEMCP is small to about 0.1 microns, or can be greatly manufactured to them at about 1000 microns. ISEMCP with a diameter smaller than 15 microns must manufacture the required depth in cylindrical structure so that it may be incorporated in all required layers. Similarly, in a suitable embodiment, each ISEMCP has the high ohm (resistance) value which has resistance of the range of 50,000 ohms/cm from 1 ohm/cm. Although above-mentioned suitable ISEMCP10 was shown by the P-i-N composition of a translucent side electrode, a N-i-P silicon micro photodiode can also be manufactured easily, and, probably, it will be clear to the expert of this technology that it is equivalent to suitable ISEMCP10.

The suitable typical manufacturing method of P-i-N form ISEMCP10 shown in drawing 1 a diameter is about 25 microns is shown in drawing 2 -4. The first-stage story of this ISEMCP manufacture is grinding mechanically N dope silicon wafer 20 with a fundamental diameter of 3 inches from 21 mils in general manufacture thickness to 5 mils in ultra-thin initial thickness as shown in drawing 2 . With this suitable initial thickness, sufficient mechanical strength for subsequent processing in which it explains henceforth is obtained. The complexity in a subsequent stage is considerably reduced by moreover beginning with a thin wafer.

The base of a wafer 20 is changed into a single field P junction semiconductor by a standard ion implantation, thermal diffusion, or the vapor growth as shown in drawing 3 . Suitably, 7-micron P dope polycrystal silicon is added to a wafer 20 as a P anode plate. This anode plate forms a part of 22 [P-layer]. There are also P layers also of peculiar layers 16 in 22, and this is generated after the ion transplant of the P junction 13.

Next, the chemical fusibility non-water adhesives 26 adhere to the base (P dope polycrystal silicon side) of a wafer 20 to the ceramic disk 24. To the mastery person of this technical field, this method is the same as that of what is used for mirror polishing and trouble analysis cross-section cutting like understanding. It is added to the ceramic disk 24, a mechanical strength increases, and the upper surface of a wafer 20 is ground mechanically again to the thickness of 2 mils. In this stage of a manufacture process, it is also desirable to ensure that the front face and rear face of a wafer 20 are parallel. The thinning of the last of a silicon wafer 20 is performed by standard chemical etching. Thus, the target thickness of 11 microns of a non-polycrystallizing silicon portion is attained.

Next, the thin N-layer 28 is planted in the upper part of the negative dope substrate 20.

It adheres to N-layer with the standard ion-implantation widely known on the technical community. Next, it is covered with 7-micron N dope polycrystal silicon layer, and this works as N cathode shown in drawing 1 . The vapor growth well known by the expert of this technology adheres to N dope polycrystal silicon layer.

They are; 20, i.e., silicon bulk of 22 or 11 microns of 7 microns of P dope polycrystal silicon, whose last structure is the thickness of 25 microns suitably when it completes, and 7-micron N dope polycrystal silicon 28 (the peculiar layer 16 of drawing 1 is formed between P dope polycrystal silicon 22 and the silicon bulk layer 20).

Next, the last wafer assembly 30 is sliced by laser in the direction of X, and forms the band of 25-micron silicon. Since the size is small, an excimer laser slice is appropriate for this piece of cutting. The damage to the side of the silicon by the excimer laser is smaller than 1 micron. Next, an assembly 30 is stuck on the second ceramic disk 32 (beginning is the same as that of the piece of cutting), and this function is holding all the pieces of silicon cutting to a position, when the laser cut of the wafer is again carried out in the direction of Y. As for the water adhesives 34 which are used in this stage unlike the adhesives 26 of drawing 3 , it is desirable that it is not fusibility to the solvent used in the following stage. Therefore, although an assembly 30 dissolves the first adhesives, it is arranged in the non-water solvent which does not dissolve the second adhesives.

An assembly 30 is the same pitch as the pitch before used in the direction of X, and a laser cut is carried out in the direction of Y. When it completes, the wafer 20 is changed to two or more minute cubes 36 (drawing 4), and one side of each of the cube is 25 microns. An assembly 30 is put on the second water solvent by last, and dissolves the remaining adhesives 34 in it. If the layer 34 of the second adhesives dissolves, the minute cube 36 of silicon will remain in the state of suspension in a solvent. Next, the bulk ceramic disk 32 is removed from a solvent, and only the

silicon minute cube 36 of a suspension state remains. Next, the silicon minute cube 36 is taken out and put on an underwater suspension state. Like understanding in the expert of this technology, manufacture of a N-i-P element is the same as the above-mentioned process except for the stage of P and N being reverse.

According to the configuration of a request of selected ISEMCP next, a certain amount of polish is performed on the silicon minute cube 36. In order to grind the silicon minute cube 36, the minute cube 36 of an underwater suspension state is the method learned well technically, and is placed between two circular glass wrapping plates (not shown). It is supervised with electrostatic capacity, time/pressure is controlled, and these plates do very precise polish work. It is ground to the smooth silicon microsphere 10 (shown in [drawing 1](#)) which has the diameter whose silicon structure 36 of a minute cube was precise, and was stabilized by this method. If wrapping is completed, the silicon ISEMCP microsphere 10 will be washed, taken out and sterilized, and will be put on the vehicle of the liquid which was prepared for pouring to an eye, or the transplant and which carried out conformity physiologically, or a semisolid. Since P field governs again the activity junction depletion region where photon conversion takes place about [drawing 1](#), only the microsphere which has the Pth page electrode 12 which has met the incident light answers by generating photoelectrical current. The suitable current output by which each ISEMCP10 was designed is the range of 1nA-5,000nA by surrounding lighting. Even if that is right, the range of 0.01nA-2,000nA is also suitable. By changing the size of ISEMCP10, and/or the thickness of the translucent side electrodes 12 and 18, according to the stimulus conditions of the cell layer with which the whole surface was covered, ISEMCP10 is larger than it, or can also be changed into obtaining a small output. Since the amplitude of the output of each ISEMCP10 is changed by the strength of an incident light, the operation is the same in this first place to an inner retina and two polocytes. It can also maintain the on-off acceptor field which the formed image is generated and also performs contrast consciousness. The photoelectric element of this invention is suitably transplanted to the crevice under a retina by pouring in with the narrow cannula 40 very much as shown in [drawing 5](#). Suitably, ISEMCP is placed into vehicles (however, not limited), such as a liquid, and is poured in through a retina incision mouth in the gap under a retina with cannula 40. Such a vehicle may be a viscous high material like the salt water solution which balanced, or a methyl cellulose. A viscous vehicle can suspend ISEMCP more uniformly than a balanced salt water solution. There is a solution of the semisolid which penetrates oxygen and a nutrient in other vehicles.

A retina 42 is suitably illuminated with the beam-of-light pipe 44, and makes pouring of ISEMCP easy. Cannula 40 is introduced through the flat-surface section of incision to the vitreous body of an eye as shown in [drawing 5](#). Dissection of the vitreous body behind a nerve cell is performed by separating the rear face of the vitreous body after a nerve cell from a retina side. Small retina incision is performed by the SUTAI let type MVR edge through a retina along the direction of a nerve fiber layer. Dissection to the inner retina from an outside reticulated layer is performed more mechanically than cannula 40.

Cannula dissection preparation of the suitable retina field in which a transplant is accepted pours in the liquid vehicle containing ISEMCP of a suspension state. This pouring must perform ISEMCP10 of a suspension suspension state so that it may be distributed over a uniform monolayer. Next, it is pulled out, non-miscibility material (perfluorocarbon is suitable) heavier than water is alternatively placed on the after [a nerve cell] pole of a vitreous body, and cannula 40 helps to keep a retina calm. After suitable time, usually, after for 15 - 20 minutes, non-miscibility material leaves the returned retina and is taken out suitably. Transplanted ISEMCP10 comes to be distributed over a desired monolayer by storing a retina and returning to origin.

In [drawing 6](#), ISEMCP10 is shown in the position of the suitable monolayer in the gap 50 under a retina. Each class of the eye in the after [a nerve cell] pole from the interior to the exterior is :52, i.e., an inner boundary film, shown in [drawing 6](#) in each of that position, the nerve fiber layer 54, a nerve cell layer and the nerve amacrine-cell layer 56, the inner reticulated layer 58, an internal granular layer 60, the outside reticulated layer 62, the outside granulation / bipolar-cell layer 64, and the photoreceptor layer 66, and they all constitute the inner reticulated layer 68. Thus, ISEMCP10 is located between the inner reticulated layer 68, and the retinal pigment envelope 70 and the Brook basal layer 72 which constitute the outside retina layer 74. The context capillary 76 and the choroid 78 have changed to the exterior of an outside retina from the context blood vessel system 80 and the sclera 82 which is the envelope of an eye.

ISEMCP10 uses the magnetic field 90 generated by the thing similar to the magnetic coil 92 or it which has been arranged by approaching an eye 94, and is arranged after insertion as shown in [drawing 7](#). You have to point to as many ISEMCP10 as possible so that the light in which P dope layer 15 ([drawing 1](#)) carries out incidence through the lens 98 of an eye 94 may be received ([drawing 7](#)). Like the behavior of the ion array near the magnet, the line of magnetic force 90 shown in [drawing 7](#) interacts with the dipole property of ISEMCP10, and arranges a large majority of ISEMCP10 appropriately. ISEMCP10 will surely perform magnetic orientation, while ISEMCP10 is irradiated since it has a peculiar dipole property if a stimulus of light is received. Or ISEMCP10 can be embedded with the matter (nickel, a nickel alloy, cobalt, samarium, palladium, or a magnetic susceptibility ceramic is suitable) which has the

strong magnetic susceptibility which is useful to obtaining an advantageous array. These magnetic susceptibility matter 17 is suitably arranged in N polycrystal silicon electrode of ISEMCP10 tooth back as shown in drawing 1. In a manufacture stage, it adheres to these matter on the way to [phase / N polycrystal silicon adhesion], and vacuum deposition is suitably carried out. A magnetic susceptibility material can also adhere out of N polycrystal silicon electrode at the very back of an element.

As mentioned above, other microstructure can be used for ISEMCP, without separating from the soul and the fundamental range of this invention. For example, other embodiments of ISEMCP100 are the minute pillar structures of having the translucent side electrodes 102 and 108, the P+ layer 104, P junction layer 105, the peculiar layer 106, N substrate layer 103, the N-layer 110, N polycrystal silicon layer 108, and the permeability material 107 as shown in drawing 8. ISEMCP100 of the minute disk shown in drawing 8 is suitably manufactured by the diameter of a 0.5 microns - 2000 microns grade. Except for large size originating in the large initial dicing specification, these layers are assembled like designation / explained microsphere in relation to drawing 1. Furthermore, although the minute pillar ISEMCP100 is wrapped in time shorter than the simple substance of a microsphere ISEMCP10 in order to maintain the shape of the cylindrical shape, it is enough for radius-of-circle attachment **'s to smooth circular finishing in the angle of a minute cube.

Or other embodiments of the ISEMCP element of this invention are shown in drawing 9. In this embodiment, the translucent side electrode 132 of this photoelectric element is wearing a part of optical activity side of an element 130. the field electrode 132 is arranged in accordance with the circumference of ISEMCP130 as shown in drawing 9 -- like the expert of this technology understanding, the field electrode 132 can be used for other configurations which cover a part of optical activity side The photoelectric elements of drawing 9 are other points, and resemble the element considered by many of other things until now. This element consists of the P+ layer 135, P junction layer 133, the tunica propria 136, N substrate layer 134, the N-layer 139, an N polycrystal silicon layer 138, a magnetic susceptibility material layer 137, and a hind translucent side electrode 138 as shown in drawing 9.

Like the eminent frame-like electrode 132 shown in drawing 9, the advantage which covers a part of optical activity side is with a bird clapper that electrode material does not have the front shell of an optical activity side. However, attenuation of light is performed still more also by controlling the thickness of the P adjustment 133. Other advantages of the embodiment of drawing 9 are ending with a little wrapping. Only sufficient wrapping to form eclipse **** with a radius of circle is required.

Although the suitable method of inserting above ISEMCP has pouring of ISEMCP of a suspension suspension state at balanced salt water or a viscous liquid, other forms of a transplant can be considered. For example, each ISEMCP120 is embedded on the substrate sheet 122, and is arranged in advance by the magnetic field as shown in drawing 10. This sheet 122 is cut by the surgeon at the size of the functional disorder field of a retina, and it is transplanted behind a retina by the same retina incision as the microsphere of drawing 5 is shown. The sheet 122 is suitably manufactured by the permeability material of the general material used for the soft contact lens of fashion (is not limited to this), a nutrient, and oxygen. For example, such matter is manufactured from poly (2-methacrylic-acid hydroxyethyl) hydrophilic polymer. The embedded two-dimensional network which was manufactured by inactive material, such as nylon or polypropylene, can also be used in order to perform flat separation of the ISEMCP intermediate field 120. Or ISEMCP120 can also be arranged in fusibility (not limited to this) material, such as an agar or a collagen. Each ISEMCP120 arranged in advance toward the incident light by the transplant in the gap under a retina in the agar of the embedded prior array ISEMCP or the sheet 122 of a collagen is separated uniformly.

N-i-P ISEMCP-C is shown in drawing 11. Each N-i-P of the suitable embodiment The microstructure of ISEMCP-C consists of the front translucent N polycrystal silicon layer which is the front field electrode 140, and the silicon bulk layer following it. A layer 142 is N-i-P. It is the N-i-P portion of ISEMCP-C, and constitutes from a front layer 141 generated by the ion implantation of N type phosphorus, and a rear-face layer 143 generated by the ion implantation of P type boron. Tunica-propria 142a is formed among layers 141 and 143. N-i-P which is furthermore back In the layer [;P] of others of ISEMCP-C There is the polycrystal silicon electrode layer 144, the SiO₂ dielectric capacitor layer 146, other P polycrystal silicon electrode layers 148, SiO₂ insulating layer 150 and ferromagnetic nickel, or a nickel-alloy layer 152. Layers 140-144 constitute a N-i-P micro photodiode, and layers 144-148 really constitute the series capacitor. A layer 144 is a common electrode layer a N-i-P micro photodiode and really shared by the series capacitor. The purpose of a series capacitor is really which was built in to the microsphere structure of each photodiode storing electricity a charge in "clear vision" and discharging a charge during "night vision." "Clear vision" occurs, when a bright image, for example, a star, or a bright sky connects a focus to a N-i-P side. "Night vision" breaks out, when dark details, for example, the dark character which forms language in a printing side, or shading connects a focus to a N-i-P side. The normal visual sense consists of the visual sense of the luminosity which changes on a retina side, "Ming" which changes continuously as details of changes of the strength of darkness, and "dark." The visual sense by

ISEMCP-C has the changes same type on the N-i-P side of two or more micro photodiodes in an eye. In the case of "clear vision", negative ion concentrates on the surroundings of the field of the layer 140 formed of the N-i-P micro photodiode. the induction to light in case a cell is a photoreceptor with a normal healthy eye by this -- the same -- the hyperpolarization of a retinal cell occurs About a dark image, a series capacitor really discharges the opposite polar charge (positive charge) pulled in the direction of a layer 144 through a layer 144. the induction to light in case a cell is a photoreceptor with a normal healthy eye by this -- the same -- the depolarization of a retinal cell occurs The charge pole reverse of the light and darkness in a retina other than the consciousness of the details of light and darkness is important for healthy maintenance of this layer. A lot of continued accumulation of the charge of one pole damages a cell by electrolysis operation. ISEMCP-C reverses the polarity of a charge and prevents accumulation of the charge in one pole.

In "clear vision", the layers 140-144 of the upper part which is equivalent to the light of a microsphere of N-i-P micro photodiode structure stimulate a retina, and work as a current source of both which really charge a series capacitor. The current of the small ampere which carries out an interrelation to the "night vision" intensity of light of the image with which N-i-P structure connected the focus to the microsphere in between directly is generated.

This current flows from a layer 144 to surrounding stromata fiber, and returns to N-i-P structure through a layer 140. Simultaneously, the closed circuit of other current really charges series capacitors 146-148. This second current closed circuit begins from a layer 144 in N-i-P structure, progresses through layers 146 and 148, flows to interstitial cell environment, and returns to N-i-P structure again in a layer 140. The current from N-i-P structure decreases between "night vision", and really, if the current from series capacitors 144-148 flows from a layer 144 to interstitial cell environment and it returns to a layer 148 again, a circuit will be completed.

The P side of the N-i-P portion of a microsphere is really maintained to the anode plate of a series capacitor through P dope boron polycrystal silicon electrode 144 with a thickness of 2 microns. The film of a 0.2-micron silicon dioxide works as a dielectric layer of a capacitor. Connection of cathode is also P dope boron polycrystal silicon 148. The polycrystal silicon anode plate 144 with a thickness of 2 microns has about 17-ohm bulk resistor, and the sheet resistance to the side is about 40 kilo ohms. This minute capacitor has the value of about 0.2pF or a 200femto farad. Between "clear vision", since RC time constant is below a nanosecond, the current from a N-i-P photodiode really changes a series capacitor almost momentarily. Between "night vision", the current of a photodiode decreases or is not flowing. In this state, the surroundings [it passes the edge of the anode plate capacitor electrode 144 in current] really return a series capacitor to stromata fiber. Although the time constant of this process is larger than a charge RC time constant for whether it being **, it is still below a nanosecond. The time constant of charge and electric discharge is fully quick, although a speed of response generates a visual sense in relation to this visual-sense process.

N-i-P with a diameter [of the type shown in drawing 11] of 30 microns Typical manufacture of a ISEMCP-C microsphere starts with a 400 OMU centimeter P type silicon wafer 3" of bases with a thickness of 21 mils. A wafer is the last N-i-P. The ion implantation of the N type phosphorus is carried out to the layer 141 which serves as a front face in a ISEMCP-C microsphere to a depth of 0.5 microns. Then, a wafer is called "target wafer."

By the vapor growth (CVD), phosphorus dope polycrystal silicon with a thickness of 6 microns is N-i-P. It adheres by 10 OMU centimeters to the front face of the target wafer which becomes a layer 140 finally [a ISEMCP-C microsphere].

Next, a dummy 3" wafer oxidizes by the thickness of 4 microns of SiO₂. This oxidizing zone is patternized by an ordinary photoresist and ordinary masking method, and it leaves the back of an X-Y grid and *****s. The width of face of the rib of a grid is 254 microns (10 mils). The area in which it was opened in each grid is 3,600x3,600-micron square. This special dummy wafer is an oxide which is returned to a mechanical strength required in order to make a wafer still thinner behind and which was joined to the target wafer.

Next, as for a dummy wafer, laser punching of the penetrated hole with a diameter of 125 microns (5 mils) is carried out by IR laser at the center of the grid of four square shapes each. These holes attain two purposes. the reflow of the adhesives which those holes are useful to the wafer oxide-film junction stage of explaining henceforth, and are used into the last chip dicing -- it works as a hole

A target wafer is 178 microns (7 mils) in thickness at P bulk silicon side.

until -- it wraps mechanically Next, oxide-film junction of the target wafer is carried out to the dummy wafer processed as mentioned above. If it says in detail, the anterior (phosphorus N dope polycrystal silicon side) of a target wafer (140) will be joined to the oxidizing zone of a dummy wafer.

A target wafer is again wrapped mechanically by 25-50 microns (1-2 mils) Atsushi. During wrapping, a dummy wafer adheres to a wafer assembly to a grinding head.

The thinning of the last target wafer is performed by standard silicon chemical etching to last thickness 10micron+ / - 20% (0.31-0.47 mils). At this time, the thickness of a target wafer is 16 microns (polycrystal silicon and 10-micron

silicon bulk which are 6 microns).

It is used in order that an ion implantation may drive in 0.5-micron boron about the following stage to the background which P-silicon bulk of a target wafer exposed. This works as a connector to the following polycrystal silicon adhesion stage. Next, a vapor growth adheres to 2-micron 10 OMU centimeter P-boron dope polycrystal silicon 144. This layer 144 of polycrystal silicon really forms the positive electrode of a series capacitor (144-148).

A target wafer adheres to the layer of 0.2-micron silicon diode, and it really forms the dielectric 146 of a series capacitor. Next, it adheres to a thick layer with a thickness [of the polycrystal silicon of P+ boron dope] of 8.3 microns. The resistance of this layer is an about 10 OMU centimeter, and forms the negative electrode of a microcapacitor. The completed microcapacitor (144-148) has the electrostatic capacity of an about 200femto-farad. Adhering to the layer 150 of 0.5-micron silicon diode, this works as an insulator between layers 148 and 152. This insulating layer is required in order that current may prevent flowing in the following layer which causes electrolysis of a layer. The last layer is the nickel or the nickel-alloy coat 152 to which it adhered with the electron beam with a thickness of 9 microns. The ferromagnetic property of nickel or a nickel alloy gives magnetic susceptibility to a sphere under a magnetic field. Thereby, a microsphere is arranged in the gap under a retina after a surgery transplant by the above-mentioned magnetic field in an original position.

The thickness (a dummy wafer is not included) of new target wafer structure is SiO₂ 150 and 9-micron nickel, or a nickel alloy 148 or 0.5 microns of; [which is 36 microns], i.e., 6-micron N-polycrystal silicon, P silicon 10-micron bulk 142 and embedded N-i-P layers 141 and 142a, and 2146 or 8.3 micron [of 144 or 0.2 micron SiO(s) of 143 or 2 micron P-polycrystal silicon] P-polycrystal silicon. Here, a reflow of this wafer assembly is carried out from the hole of a dummy wafer by optical balsam adhesives. This binder fills and hardens the cavity of each grid cell for preparation of dicing.

IR or an excimer laser is used in order to carry out dicing in the direction of X and Y, and the silicon of the square whose one side is 36 microns is generated. The injury on the side of the silicon by laser is smaller than 1 micron. Since the thickness of a new target wafer is also 36 microns, the result of the last is changing a target wafer into the minute cube of the activity silicon whose one side's is 36 microns held by the optical balsam at the position. The remains energy from a laser beam is absorbed with a balsam and a dummy wafer.

A wafer assembly is placed upside down into a solution, and dissolves a balsam solvent.

Next, all minute cubes are separated from a wafer assembly. A dummy assembly is removed. Washing and rinsing are completed by the conventional method. A silicon minute cube becomes pure, and if it dries, as for them, preparation of friction fabrication will be completed.

A silicon minute cube is placed into the centrifugal burnisher with the deionization liquid as a carrier solution. The wall of the burnisher is a smooth Pyrex glass. A minute cube is wound around a whorl, rolling, and it is slowly ground by the globular form the surroundings, rubbing against a glass wall. This process takes about one to two weeks with the restrictions element of the burnisher.

After polish is completed, clarification of the silicon sphere from which the diameter became 30 microns is carried out, it is washed in cold water, and are dried and collected. A minute cube is sterilized and is suspended in the salt water or the viscous liquid prepared for the transplant to an eye.

The photoelectrical artificial retina element of this invention has a big advantage superior to the Prior art. By suitable ISEMCP10, oxygen and a nutrient flow between an outside retina layer and entoretina layers easily. Furthermore, it is possible to transplant to a part with a retina irregular outside a functional trauma by each minute geometry of this element. This transplant is attained by transplanting directly the permeability material with which ISEMCP of a suspension state was physiologically poured in into the liquid which can be used together, or the semisolid vehicle, or ISEMCP was filled. Since a mechanism peculiar to a retina has complicated conversion to the frequency-modulation signal of an amplitude-modulated signal, the visual sense generated by ISEMCP transplanted to the bottom of a retina is excellent rather than it depends a nerve fiber layer on the element which is going to carry out direct stimulus.

A wide range change and wide range correction of the above-mentioned embodiment are clear to this contractor well versed in this technology, and thinking is understood. Therefore, it should be regarded as what was shown rather and it must be understood that it is the following claim containing all equivalents which is going to define the pneuma and the range of this invention rather than it limits the above-mentioned detailed explanation.

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]

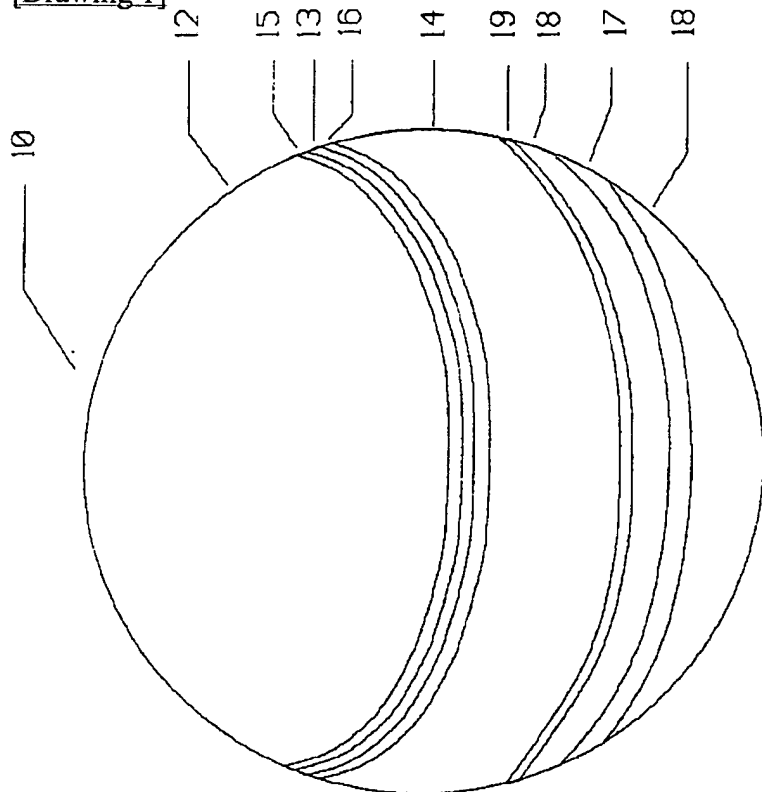


FIG. 1

[Drawing 2]

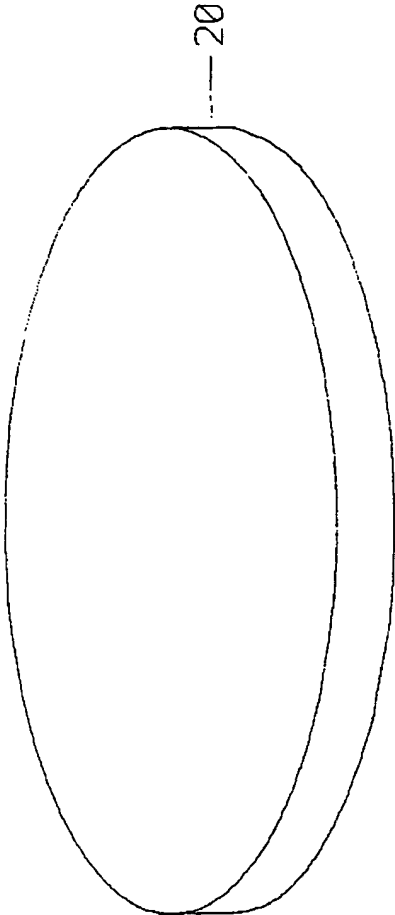


Fig. 2
[Drawing 3]

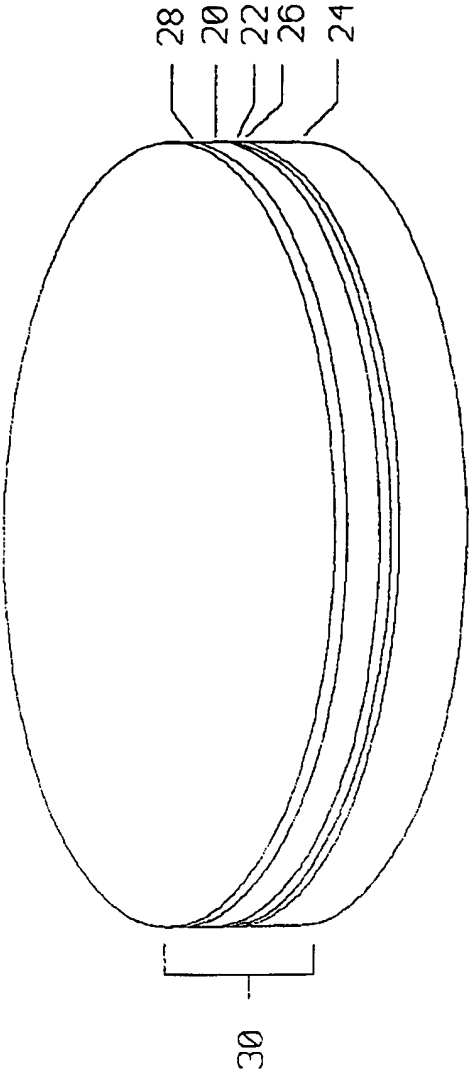


Fig. 3

[Drawing 4]

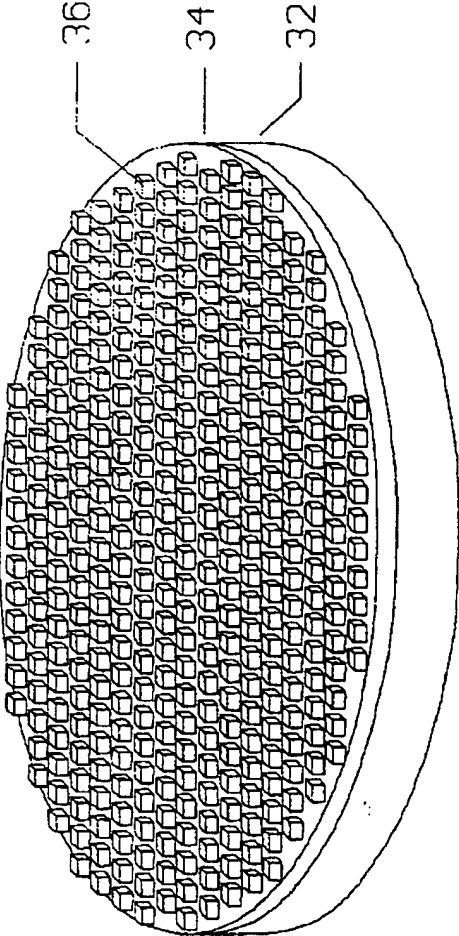


Fig. 4

[Drawing 5]

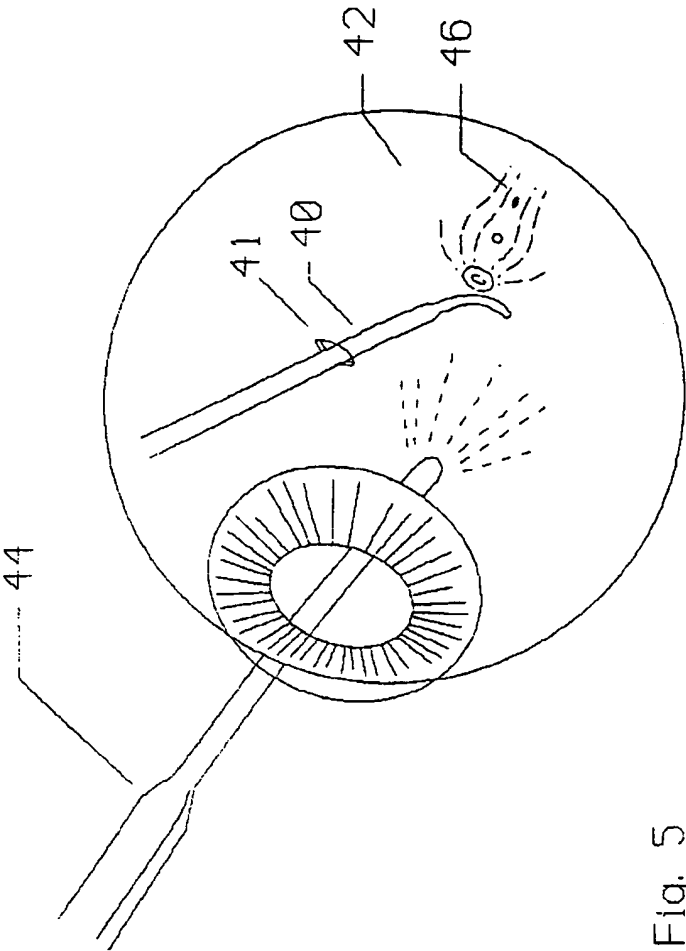


Fig. 5

[Drawing 6]

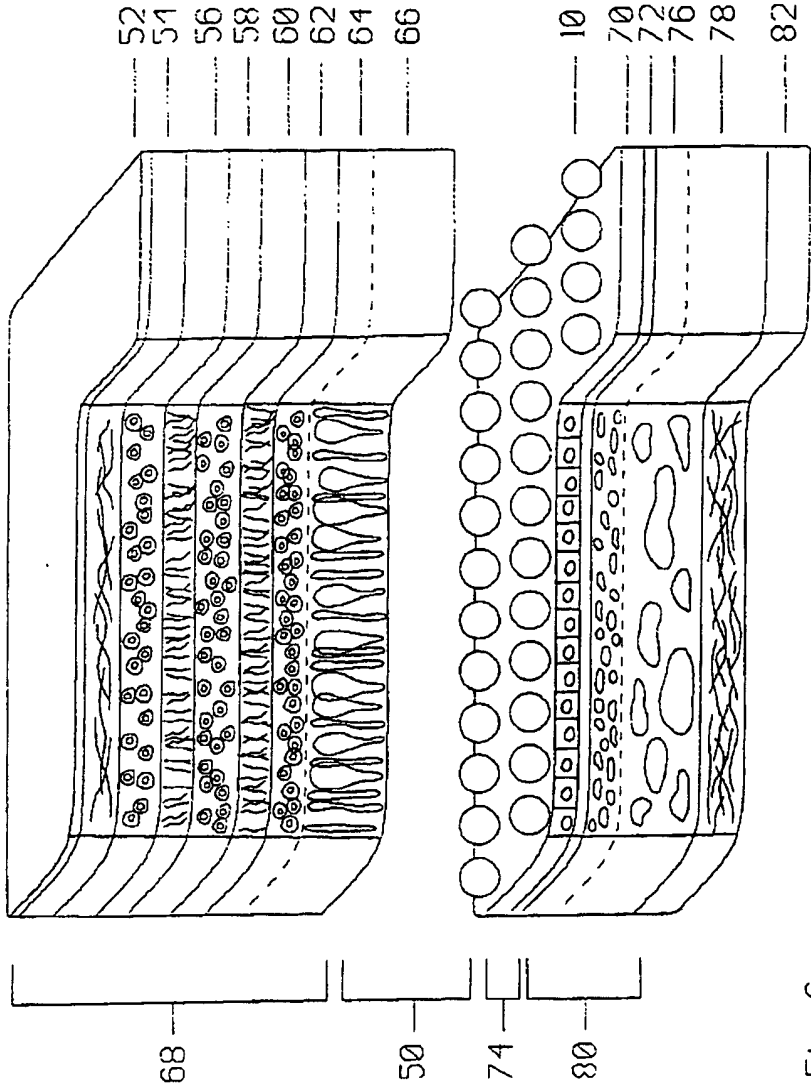


Fig. 6

[Drawing 7]

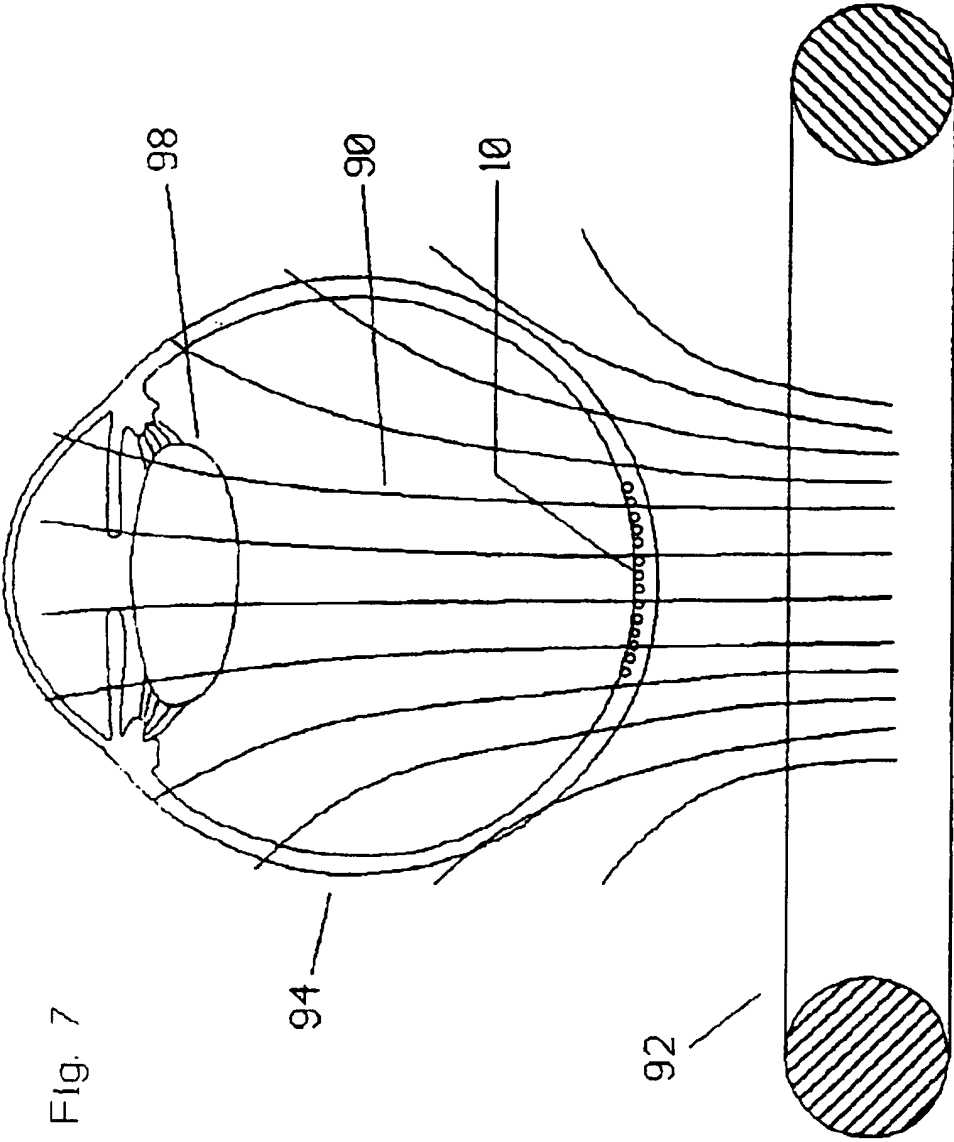
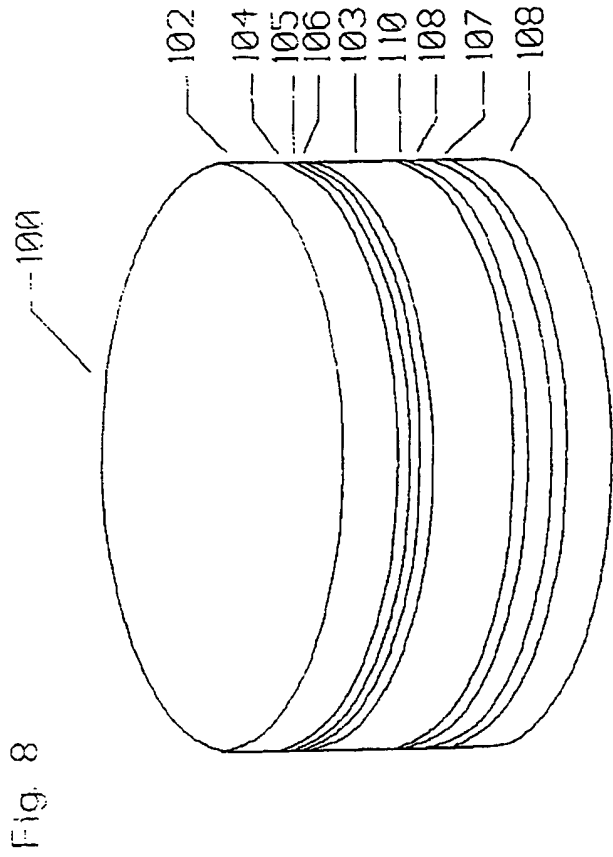
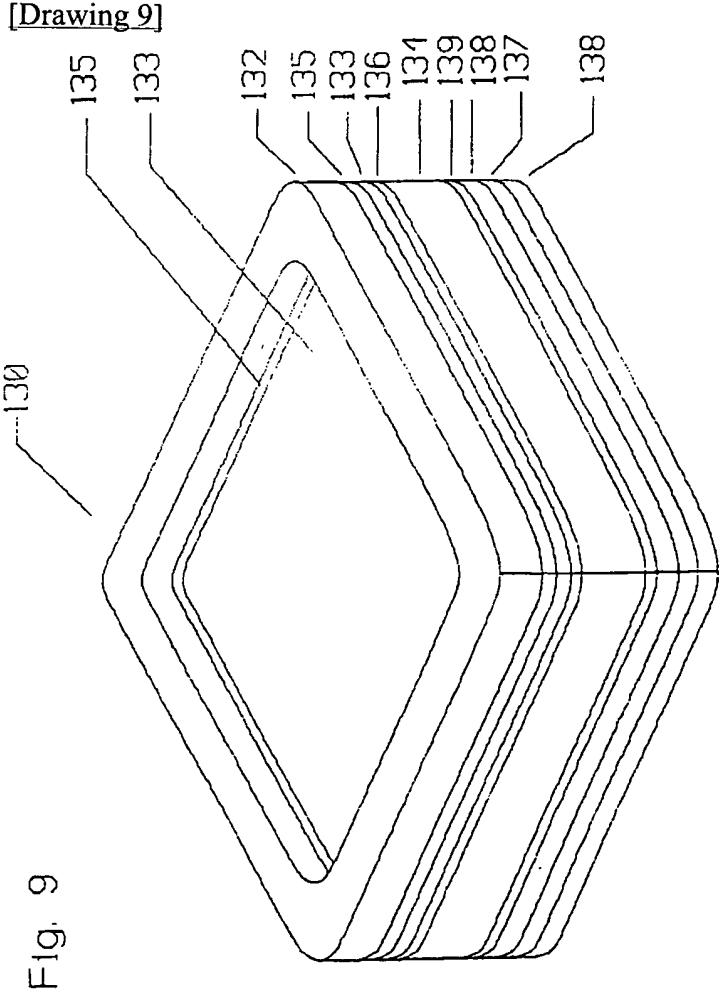


Fig. 7

[Drawing 8]



[Drawing 10]

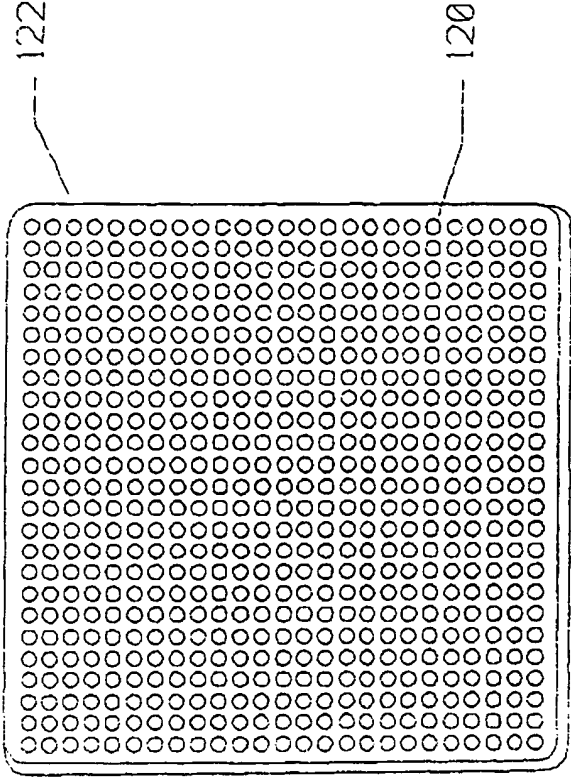


Fig. 10

[Drawing 11]

Fig. 11

